

Ana Paula Longo Ribeiro

Modelagem de distribuição de *Euryoryzomys russatus* (Rodentia-Mammalia) na região austral da Mata Atlântica

Monografia submetida ao Programa de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Bacharela em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires

Coorientador: Dr. Maurício Eduardo Graipel

Florianópolis 2017

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.**

Ribeiro, Ana Paula Longo
Modelagem de distribuição de *Euryoryzomys
russatus* (Rodentia-Mammalia) na região austral da
Mata Atlântica / Ana Paula Longo Ribeiro ;
orientador, José Salatiel Rodrigues Pires,
coorientador, Maurício Eduardo Graipel, 2017.
71 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas,
Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Pequenos roedores. 3.
Modelo bioclimático. 4. Preditores ambientais. 5.
Fragmentação de habitat. I. Pires, José Salatiel
Rodrigues . II. Graipel, Maurício Eduardo . III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Ciências Biológicas. IV. Título.

Modelagem de distribuição de *Euryoryzomys russatus* (Rodentia-Mammalia) na região austral da Mata Atlântica

Este Trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Ciências Biológicas e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora.

Florianópolis, 23 de novembro de 2017.

Prof., Dr. Carlos Roberto Zanetti
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires
Orientador- Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. Maurício Eduardo Graipel
Coorientador- Universidade Federal de Santa Catarina

Msc. Juliano André Bogoni
Universidade Federal de Santa Catarina

Msc. Macarena Agrelo
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aqueles que
são minha fonte inesgotável de amor,
compreensão e força, meus pais,
Ederaldo e Sirlei.

AGRADECIMENTOS

Eu não teria concluído esse ciclo com todos os sentimentos bons que agora afloram se não fossem as pessoas especiais que encontrei pelo caminho.

Sou grata a Deus por ser onipresente na minha vida. Sem o seu cuidado e a minha fé eu sei que não chegaria aqui.

Agradeço imensamente aos meus pais pelo apoio durante todos esses anos. Vocês me criaram para o mundo e com muito amor sempre buscam o melhor para mim. Obrigada por todo suporte emocional e por toda educação que me leva a ser a pessoa que eu sou hoje. Obrigada também, por todo suporte financeiro que me permitiu dedicação integral a faculdade. Obrigada pai, por estimular o meu amor pela natureza, você sempre gostou de cuidar dos jardins e quem sempre foi meu companheiro nas tentativas de levar mais um animalzinho para dentro de casa. Obrigada mãe, por me ouvir incansavelmente e com amor, e além de tudo, sempre interceder pela minha felicidade.

Aos meus irmãos, Marcos e Júlia, que dividem comigo todos os momentos bons e ruins da vida e que são minha eterna certeza de companhia, proteção, e carinho, já que, sempre estamos prontos para ajudar uns aos outros. Incluo também a minha família felina/canina, Thor, Luck e Luna, obrigada pelo amor mútuo e incondicional.

Aos bons amigos que fiz durante o curso e que compartilharam comigo muitos momentos de estudo, de incertezas, de conquistas, mas, principalmente de companheirismo. Obrigada, André, Monique, Juliano e outros. Vocês são demais e cada um tem um espaço guardado no meu coração.

A minha amiga Thyane, que a Biologia me trouxe e a vida deu de presente, eu não tenho como agradecer por tanto. Você é aquela que está sempre comigo, não me deixando desistir e acreditando em mim muito mais que eu mesma. Obrigada por ser a melhor amiga que alguém poderia pedir, por me ensinar tanto todos os dias, por ser quem tu és, essa pessoa linda e pela amizade tão recíproca.

As minhas amigas da vida, Ana Luísa, Beatriz e Camila, cuja presença torna tudo muito melhor, obrigada por estarem ao meu lado nos momentos mais importantes e por compartilharem comigo essa imensidão de coisas boas que cada uma traz dentro de si. Vocês são significado de afinidade, confiança e a certeza de experiências maravilhosas.

À Renata por ser uma pessoa tão boa comigo e exercer a psicologia com tanto amor, muito obrigada, sua ajuda é incalculável.

Você, mais do que ninguém, sabe de todos os detalhes que me levaram até aqui.

Agradeço aos meus amigos de Porto Alegre, Ana Paula, Julia e Henrique, por no meio de toda a correria do TCC, me ajudarem a respirar durante alguns instantes e me fortalecerem. Obrigada pelo carinho, pelos passeios, pela amizade.

Meu agradecimento e gratidão não poderiam deixar de ir ao meu orientador Prof. José Salatiel Pires e ao meu coorientador Maurício Eduardo Graipel. Obrigada por me ensinarem sobre tantas coisas: ecologia, conservação, política... Eu aprendi muito com vocês. Desde o início depositaram confiança em mim e me deram todo suporte necessário para alcançarmos os resultados desse trabalho. Tenho enorme admiração pelos profissionais que são e pela forma que ensinam e lutam por aquilo que acreditam.

A todos os professores da UFSC cujos ensinamentos me tornaram uma profissional e pessoa mais humana. Obrigada em especial, Carlos José de Carvalho Pinto, Márcio Ferreira Dutra e Paulo César Simões Lopes, que muitas vezes me ouviram como pessoa e não apenas como aluna.

Agradeço também ao Juliano André Bogoni por tão prontamente e pacientemente me passar seus conhecimentos sobre o R e sobre outras coisas fundamentais para esse trabalho.

Ao Jorge Cherem e demais pesquisadores que efetuaram estudos que resultaram em dados imprescindíveis utilizados nesse estudo.

À banca examinadora, que aceitou o convite para contribuir nesse momento significativo da minha trajetória acadêmica. Obrigada pela disponibilidade e atenção.

E meus agradecimentos gerais se estendem a todas as pessoas que, de alguma maneira, foram parte importante da minha vida durante esse período marcante que é a faculdade. Que aquilo que deixamos nos outros e que levamos conosco virem somente aprendizados que acrescentem, positivamente, todas as formas de vida desse planeta.

As criaturas que habitam esta terra em que vivemos, sejam elas seres humanos ou animais, estão aqui para contribuir, cada uma com sua maneira peculiar, para a beleza e a prosperidade do mundo.

(Dalai Lama)

RESUMO

Euryoryzomys russatus é uma espécie endêmica da Mata Atlântica. A importância desse roedor está relacionada ao fato de que, segundo estudos prévios no sudeste do País, sua presença é indicativa de ambientes pouco perturbados. Objetivou-se verificar quais variáveis ambientais implicam de forma mais determinante na sua ocorrência e conjuntamente realizar uma modelagem de distribuição da espécie para o seu limite austral de distribuição, o sul do Brasil. Para tal, foram analisadas 36 localidades de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul, cujos levantamentos da presença de *E. russatus* ocorreram entre 1988 e 2016. Utilizando modelos de regressão generalizada verificou-se a relação entre a presença de *E. russatus* e a *área florestal*, a *temperatura*, a *área de influência urbana*, o *tipo de formação vegetal* e a *quantidade de água* do local. O modelo mais adequado é um modelo aditivo entre as variáveis preditivas *quantidade de floresta* e *temperatura* (AICc = 21,15; Peso de Akaike = 0,65). O segundo melhor modelo inclui também a variável *influência urbana* (AICc = 22,6; Peso de Akaike = 0,31). Constatou-se que a ocorrência da espécie está relacionada às zonas de maiores temperaturas e quantidades de floresta (áreas pouco fragmentadas) e de menores influências urbanas. Já a Modelagem de Nicho foi baseada nos algoritmos Profile (Bioclim) e Learning Machine (Random Forest e Support Vector Machine) empregando-se dados de (a) temperatura máxima, mínima e média; e (b) precipitação. O SDM (Modelagem de Distribuição de Espécies) mostrou uma distribuição atual adequada para uma área de 7,435 km que coincide com a abrangência da Floresta Ombrófila Densa da Região Sul e acima de tudo, com a distribuição da espécie segundo a IUCN (International Union for Conservation of Nature). Ademais, seus valores de AUC variando entre 0,992 e 1 sugerem que foi exibido um bom modelo. Com isso, os limites de distribuição são presumidamente: o final da Mata Atlântica, as baixas temperaturas e a fragmentação de habitat. Conclui-se que este estudo contribui na aplicação de medidas para conservação da espécie, posto que, estabelece relações entre o ambiente e *E. russatus*, facilitando o acesso dos pesquisadores ao conhecimento prévio de onde e porque a espécie pode ser encontrada. Considerando ainda que a espécie é um indicador de integridade ecológica, locais onde sua presença é muito provável também podem ser locais importantes para a conservação de outros elementos da biodiversidade, apresentando assim áreas interessantes para o estabelecimento de ações de conservação.

Palavras-chave: Rodentia. Pequenos roedores. Modelo bioclimático. Preditores ambientais. Fragmentação de habitat.

ABSTRACT

Euryoryzomys russatus is an endemic species of the Atlantic Forest. The importance of this rodent is related to the fact that, according to previous studies in the southeast of the country, its presence indicates poorly disturbed environments. The objective was to verify which environmental variables is more determinant in its occurrence and jointly to carry out a modeling of distribution of the species to its southern limit of distribution, the south of Brazil. Therefore, 36 localities of Santa Catarina, Paraná and Rio Grande do Sul were analyzed, which surveys of the presence of *E. russatus* between 1988 and 2016. Using generalized regression models, the relationship between the presence of *E. russatus* and the forest area, temperature, urban area of influence, type of vegetation formation and amount of local water. The most suitable model is an additive model between the predictive variables *forest area* and *temperature* (AICc = 21,15; Weight of Akaike = 0.65). The second-best model also includes the variable *urban area of influence* (AICc = 22.6; Weight of Akaike = 0.31). It was verified that the occurrence of the species is related to the zones of higher temperatures and, quantities of forest (less fragmented areas) and of smaller urban influences. Niche Modeling was based on the Profile (Bioclim) and Learning Machine (Random Forest and Support Vector Machine) algorithms using data of (a) maximum, minimum and average temperature; and (b) precipitation. The SDM (Species Distribution Modeling) showed a current distribution suitable for an area of 7,435 km that coincides with the coverage of the Dense Ombrophilous Forest of the South Region and above all with the distribution of the species according to the IUCN (International Union for Conservation of Nature). In addition, their AUC values ranging from 0,992 to 1 suggests that it can be a valuable model. Therewith, the limits of distribution are presumed to be: the end of the Atlantic Forest, the low temperatures and the fragmentation of habitat. In conclusion, that this study contributes to the application of conservation measures for the species, since it establishes relations between the environment and *E. russatus*, facilitating the access of the researchers to previous knowledge of where and why the species can be found. Considering also that the species is an indicator of ecological integrity, places where its presence is very probable can also be important places for the conservation of other elements of the biodiversity, thus presenting interesting areas for the establishment of conservation actions.

Keywords: Rodentia. Small rodents. Bioclimatic model. Environmental Predictors. Fragmentation of habitat.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Euryoryzomys russatus</i>	31
Figura 2 – A: 36 localidades da área de estudo que compreendem os três estados do Sul do Brasil. B: Zoom para representar as localidades de ID 6, 8, 10, 15, 13,14 e 36.....	34
Figura 3 – Média dos modelos: Profile (Bioclim) e Learning Machine (Random Forest e Support Vector Machine) resultando na distribuição atual de <i>Euryoryzomys russatus</i> para a área projetada.....	50
Figura 4 – Média dos modelos (em zoom): Profile (Bioclim) e Learning Machine (Random Forest e Support Vector Machine) resultando na distribuição atual de <i>Euryoryzomys russatus</i> para a área projetada	51
Figura 5 – Boxplots baseados na comparação das frequências entre a presença e a ausência de <i>E. russatus</i> , e os valores de AUC dos modelos Bioclim, Random Forest e Support Vector Machine	53
Figura 6 – Distribuição de <i>Euryoryzomys russatus</i> conforme a IUCN em conjunto com os 36 pontos referentes à área de estudo.	57
Figura 7 – Abrangência da Floresta Ombrófila Densa.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Presença ou Ausência de *E. russatus* no Sul do Brasil. Onde: ID = número da localidade; Local = referência mais aproximada do local onde as pesquisas foram realizadas; PMCZ = Parque Natural Municipal Costeira de Zimbros; PET = Parque Estadual do Turvo; UCAD = Unidade de Conservação Ambiental Desterro; RVV = Reserva Volta Velha; PLMP = Parque Municipal da Lagoa do Peri; PEST = Parque Estadual da Serra do Tabuleiro; APA = Área de proteção ambiental; PCG = Parque Ecológico do Córrego Grande; PNAS = Parque Nacional Aparados da Serra ; UHE = Usina Hidrelétrica; PCH = Pequena Central Hidrelétrica; CGH = Central Geradora Hidráulica; PEAc = Parque Estadual do Acaraí.....35

Tabela 2 – Valores da probabilidade de significância (p) obtidos através de uma Matriz de Correlação Linear.....45

Tabela 3- Ranqueamento dos 7 modelos apresentando a condição presença ou ausência como variável resposta. (M = Modelo; FLO = quantidade de floresta (ha); TEM = temperatura (°C); URB = influência urbana (ha); FVE = tipo de formação vegetal; H2O = quantidade de água (ha); DF = graus de liberdade; logLik = logaritmo dos modelos; AICc = intervalos de confiança; delta = ΔAIC = diferença no AIC entre um modelo e o melhor modelo; NS = Nível de significância: *=0,05; **=0,01; ***=0,001; MS = Significância marginalmente significativa: $p < 0,10$; R^2 = proporção da variabilidade total explicada pelos modelos).....47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIC – Critério de informação de Akaike
AICc – Critério de informação de Akaike corrigido
APA – Área de proteção ambiental
CGH – Central Geradora Hidráulica
CIAT – Centro Internacional de Agricultura Tropical
DF – Graus de Liberdade
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations
FED – Floresta Estacional Decidual
FOD – Floresta Ombrófila Densa
FOM – Floresta Ombrófila Mista
GHCN – Rede Global de Climatologia Histórica
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio – Instituto Chico Mendes
IUCN – International Union for Conservation of Nature
MMA – Ministerio do Meio Ambiente
MS – Significância Marginalmente Significativa
NS – Nível de Significancia
OMM – Organização Metereológica Mundial
PCG – Parque Ecológico do Córrego Grande
PCH – Pequena Central Hidrelétrica
PEAc – Parque Estadual do Acaraí
PEST – Parque Estadual da Serra do Tabuleiro
PET – Parque Estadual do Turvo
PLMP – Parque Municipal da Lagoa do Peri
PMCZ – Parque Natural Municipal Costeira de Zimbros
PNAS – Parque Nacional Aparados da Serra
RVV – Reserva Volta Velha
SDM – Modelagem de Distribuição de Espécies
UC – Unidades de Conservação
UCAD – Unidade de Conservação Ambiental Desterro
UHE – Usina Hidrelétrica
WC – Banco de Dados Climáticos Globais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	25
2 OBJETIVOS.....	29
2.1.1 Objetivo Geral.....	29
2.1.2 Objetivos Específicos.....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1 A ESPÉCIE	31
3.2 A ÀREA DE ESTUDO	32
3.3 MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO DA ESPÉCIE	33
3.3.1 Elaboração do banco de dados	33
3.3.2 Delimitação das áreas.....	36
3.3.3 Dados georreferenciados e dados ambientais.....	36
3.3.3.1 <i>Presença e ausência</i>	36
3.3.3.2 <i>Caracterização do ambiente</i>	36
3.3.4 Análise dos dados.....	39
3.3.4.1 <i>Análise de correlação das variáveis preditoras</i>	39
3.3.4.2 <i>Análises das variáveis preditoras</i>	39
3.3.5 Modelo de nicho ecológico.....	42
3.3.5.1 <i>Dados do nicho climático fundamental</i>	42
3.3.5.2 <i>Modelagem de nichos e validação de modelos</i>	42
4 RESULTADOS.....	44
4.1 ANÁLISES DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS PREDITORAS.....	44
4.2 MODELO LINEAR GENERALIZADO.....	46
4.2.1 Variáveis utilizadas no GLM e suas influências sobre a espécie.....	47
4.3 MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO.....	49
5 DISCUSSÃO.....	53
5.1 VARIÁVEIS QUE MELHOR EXPLICAM A PRESENÇA E DISTRIBUIÇÃO DE <i>Euryoryzomys russatus</i>	53
5.1.1 Temperatura.....	53
5.1.2 Distribuição florestal, área florestal e fragmentação.....	54
5.1.2 Influência urbana.....	58
5.2 MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO DA ESPÉCIE POR MEIO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA.....	58
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
REFERÊNCIAS.....	63
ANEXO A – Referência dos dados da área de estudo.....	71

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento da distribuição das espécies sempre foi importante para o homem. Todo caçador, pescador e coletor tem, empiricamente, ideia de aonde encontrar a espécie que procura. Em geral eles associam as condições do ambiente a presença ou ausência da espécie procurada. Essa noção, conduzida academicamente, levou ao conceito de *habitat* e, mais adiante, à evolução do conceito de *nicho ecológico*. O termo *habitat*, em geral, refere-se ao local em que uma determinada espécie vive ou habita. Cada espécie está adaptada para viver em determinado local, sendo o ambiente ideal para sua sobrevivência, alimentação e reprodução. Já o termo nicho ecológico vai além, incluindo não só as dimensões físicas, como as interações entre as espécies e a sua capacidade de dispersão. O conceito de nicho é um dos pilares do pensamento ecológico, já que fornece uma ideia, que resume as tolerâncias e necessidades de um organismo. Para compreender a distribuição e a abundância de uma espécie devemos conhecer sua história de vida, os recursos necessários a sua sobrevivência, as suas taxas de natalidade, mortalidade e migração, as relações intra e interespecíficas e os efeitos das condições ambientais. Todas estas informações, entretanto levam tempo para serem levantadas. (RICKLEFS e RELYEA, 2016)

Ecólogos buscam comparar a diversidade de espécies entre as comunidades além de analisar as consequências das atividades humanas sobre a abundância e a diversidade de espécies em uma comunidade (RICKLEFS e RELYEA, 2016). Com relação a isso, podemos conceituar abundância relativa como quantidade de indivíduos de uma determinada espécie ocorrendo em uma amostra ou local (CALAÇA, 2004). Tais características das espécies podem ser afetadas pela quantidade de recursos disponíveis a partir dos quais são determinados os habitats adequados (RICKLEFS e RELYEA, 2016).

Joseph Grinnell foi o primeiro pesquisador a sugerir um conceito de nicho ecológico. O nicho de Grinnell detém uma abordagem geográfica, focado nas condições ecológicas nas quais uma população pode ser mantida (GRINNELL, 1917). Contudo, Grinnell não levava em consideração a interação com outras espécies.

Pesquisadores posteriores como Hutchinson e Elton, complementaram esse conceito. Para Elton a posição e a função de uma espécie na comunidade constituem o seu nicho (ELTON, 1927). Já, segundo Hutchinson, o nicho ecológico é multidimensional e hipervolumétrico. Cada dimensão representa condições ambientais

distintas que determinam os limites ambientais onde a espécie subsista. Isto é, o nicho ecológico Hutchinsoniano corresponde à interação e ao equilíbrio entre o que um indivíduo tolera e necessita, os quais são definidos por um sistema de recursos e/ou condições (HUTCHINSON, 1959). Como exemplos de dimensões podem citar-se a temperatura, PH, recursos alimentares, água, dentre outras.

As condições abióticas que abrangem o intervalo de condições de temperatura, umidade e salinidade, e que possibilitam a sobrevivência, crescimento e reprodução de uma população são o que chamamos de nicho fundamental de uma espécie. Hutchinson diferenciou nicho fundamental de nicho efetivo, sendo esse mais limitado que o nicho fundamental, abrangendo as interações com outras espécies e recursos. Em outras palavras, nicho efetivo, realizado ou percebido, equivale às condições e recursos que possibilitam a existência de uma espécie, ainda que na presença de competidores e predadores, isto é, inclui também as condições bióticas através das quais uma espécie persiste (BEGON et al., 2007; RICKLEFS e RELYEA , 2016).

É a partir do nicho percebido que se estabelece a abrangência geográfica, ou seja, a área total ocupada por uma população. Devido à composição da vegetação, ao clima, às características do solo (seus acidentes naturais e artificiais), e demais fatores, com frequência os indivíduos não ocupam todos os seus locais de abrangência (BEGON et al., 2007; RICKLEFS e RELYEA , 2016).

É importante destacar que o nicho multidimensional é uma medida estática realizada em determinado momento de tempo, conjuntamente, não é possível mensurar todos os fatores que afetam a probabilidade de ocorrência de um organismo. Como disse o próprio Hutchinson, não se tem acesso completo à tudo que corresponde o nicho fundamental de um organismo (HUTCHINSON, 1957). Entretanto, nos oferece uma concepção bastante realista sobre as ligações entre os organismos e o meio e é fundamento essencial para muitas ações de manejo (BEGON et al., 2007). Já que, de acordo com a teoria do nicho, as espécies apenas existirão em locais que propiciem condições e recursos que precisam para sobreviver.

Fatores antrópicos podem afetar significativamente e de forma negativa o nicho efetivo das espécies. As principais ameaças decorrentes na maioria dos ecossistemas são resultantes de atividades humanas diretas. Dentre essa gama de atividades estão: a transformação da terra para desenvolvimento urbano e para a agricultura, as consequências diretas das estradas e também as consequências indiretas que o acesso às

estradas ocasiona (SANDERSON, 2002). Em paisagens modificadas por humanos também há evidências de subdivisão e diminuição da vegetação nativa (FAHRIG, 2003; FISCHER e LINDENMAYER, 2007).

De acordo com Vitousek et al. (1997) e Sanderson et al. (2002) a transformação da terra é a maior ameaça à diversidade biológica. Ela atinge diferentes tipos de ecossistemas resultando em fragmentação de habitat. Sendo estes fatores chaves da perda global de espécies.

Conforme Fahrig (2003), tanto a perda de habitat quanto a conectividade de remanescentes estão inclusas no processo de modificação de paisagem que muitos autores definem como fragmentação. Já que, quando ocorre perda de habitat esta está relacionada à eliminação da vegetação natural, em virtude do uso do solo para construção de área urbana ou atividade agropecuária, dessa forma, os remanescentes naturais que se mantiveram pertencem a uma paisagem daí em diante fragmentada. Conjuntamente, Fahrig salienta outros impactos da fragmentação, tais como o acréscimo no número de manchas de habitats, diminuição do tamanho e aumento do isolamento dessas manchas.

Em tese, a perda e fragmentação de habitat da floresta afeta negativamente a fauna e a flora a partir, por exemplo, de modificações nos padrões de migração e dispersão das espécies e do isolamento de populações (LAURANCE, 2002). Como também, a exposição a um ambiente degradado pode ocasionar a uma espécie diminuição de densidade em virtude da limitação de recursos, além de redução da capacidade reprodutiva (HAZELL et. at., 2004; FISCHER e LINDENMAYER, 2007;).

A relação entre o ambiente e a distribuição das populações é crucial. Quanto mais apropriado for o habitat, mais uma população está sujeita ao crescimento. Esse fato permite a estimativa das distribuições reais e potenciais das espécies. Baseado em pontos de ocorrência conhecidos e informações sobre o ambiente descrevem-se o nicho ecológico de espécies a partir do qual a modelagem preditiva se fundamenta. Esse mecanismo é conhecido como modelagem de nicho ecológico (GUISAN e ZIMMERMANN, 2000; RICKLEFS e RELYEA, 2016).

Modelos de distribuição de espécies, também conhecidos como modelos bioclimáticos ou modelos de nicho ecológico, são métodos úteis para prever a ocorrência de espécies em áreas não previamente avaliadas (GUISAN e ZIMMERMANN, 2000; GUISAN e THUILLER, 2005). São elaborados utilizando-se técnicas de modelagem que

associam a ocorrência de uma espécie com preditores ambientais a fim de encontrar habitats potenciais nos quais a população se mantém estável (BARBOSA, 2011).

Os pequenos mamíferos são um grupo potencial nos estudos e modelagens dos efeitos das atividades humanas sobre a biodiversidade em paisagens florestais tropicais, já que são de fácil captura, possuem curtos ciclos de vida e a taxonomia é relativamente bem conhecida (PARDINI 2004).

O grau de ameaça e a importância ecológica dos animais da Classe Mammalia comprovam a necessidade da contínua realização de pesquisas com o intuito de acrescentar informações ao conhecimento atual sobre esse tema e contribuir na implantação de propostas que visem a conservação desse grupo.

O grupo ecológico mais diversificado de mamíferos neotropicais inclui pequenos mamíferos não voadores, que são os roedores de corpo pequeno e os marsupiais com menos de 1 kg (COSTA et al., 2005; PAGLIA et al., 2012).

Os animais pertencentes à Ordem Rodentia fazem parte do grupo dos pequenos mamíferos não voadores e abrangem aproximadamente 2200 espécies agrupadas em mais de 30 famílias (LONG, 2000). Dentre elas estão os Cricetídeos, família Cricetidae, a segunda maior da classe Mammalia, tendo 681 espécies descritas (D'ELÍA et al., 2007; PERCEQUILLO et al., 2011; PINE et al., 2012).

Os Cricetídeos são bons indicadores tanto da perturbação do habitat (LAMBERT et al., 2006; PARDINI 2004; UMETSU e PARDINI 2006; WIJESINGHE, 2005) como da fragmentação (PARDINI et al., 2005), além disso, atuam de forma significativa na regeneração florestal cooperando como dispersores de sementes (BREWER e REJMÁNEK 1999).

Os efeitos da alteração e supressão de habitat e de variáveis biológicas que determinam a presença de uma espécie e sua distribuição são condições necessárias para se entender o impacto da ocupação humana sobre a biodiversidade. Sendo que, as condições que permitem perceber em mais detalhes a perturbação humana, estão associadas à ocorrência de espécies.

Atualmente, a necessidade do conhecimento sobre a distribuição das espécies tem tido uma importância vital para a conservação da biodiversidade, pois, com o aumento da pressão das atividades humanas sobre os ecossistemas naturais torna-se urgente encontrar as áreas mais importantes para a sua manutenção, evitando a

perda da estrutura das comunidades biológicas e seus serviços ecossistêmicos.

Desta forma, a modelagem de nicho ecológico é uma ferramenta muito importante para o estudo e o gerenciamento da biodiversidade e busca gerar modelos de distribuição probabilística de uma espécie em uma determinada região, a partir de dados ambientais e da presença ou ausência da espécie em estudo.

Diante das circunstâncias abordadas acima, sendo *Euryoryzomys russatus* (Wagner, 1848) um bom indicador da qualidade ambiental, somado ao fato de que o entendimento da ecologia dos animais auxilia na conservação e regeneração da biodiversidade (BONVERDOP et al., 2017), são necessárias pesquisas que visem a análise de dados para obter-se conhecimento sobre esta e outras espécies.

Para tanto, avaliou-se a distribuição potencial de *E. russatus* no seu limite austral da Mata Atlântica Sulamericana, através da análise de variáveis ambientais relacionadas à presença ou ausência da espécie, incluindo a quantidade e qualidade de ambientes naturais, impactos antrópicos, tipo de formação vegetal e fatores fisiológicos.

2 OBJETIVOS

2.1.1 Objetivo Geral

Elaborar modelos de distribuição de *Euryoryzomys russatus* para a região Sul do Brasil.

2.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar a ocorrência de *Euryoryzomys russatus* na região austral da Mata Atlântica (Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul).
- Analisar quais variáveis ambientais melhor explicam a ocorrência de *E. russatus* na parte austral da Mata Atlântica da América do Sul.
- Modelar a distribuição da espécie (*E. russatus*) através de sistemas de informação geográfica.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 A ESPÉCIE

Conhecido como Rato-do-mato, *Euryoryzomys russatus* (Wagner, 1848) (Figura 1) é um cricetídeo de tamanho médio, o comprimento corpóreo varia entre 102 e 151 cm e a cauda possui comprimento semelhante ou maior ao do corpo. Apesar de ser terrícola possui a capacidade de escalar. É encontrado nas áreas de floresta de Mata Atlântica (sendo uma espécie endêmica deste bioma) (PAGLIA et al., 2012), desde o sul da Bahia e tendo seu limite sul de distribuição a região norte do Rio Grande do Sul (BONVICINO et al., 2008).

Figura 1: *Euryoryzomys russatus*



Fonte: Bonvicino et al., p 33, 2008.

Sua região dorsal apresenta uma coloração castanho-avermelhada, com as laterais apresentando pelos mais claros, enquanto que seu ventre possui tonalidade branca (BONVICINO et al., 2008).

Esta espécie alimenta-se principalmente de frutos e sementes (BERGALLO e MAGNUSSON, 2004; GRAIPEL et al., 2006), mas também, em baixa porcentagem, se alimentam de artrópodes (BERGALLO e MAGNUSSON, 1998).

Esses roedores apresentam poliestria panestacional, ou seja, os indivíduos têm atividade reprodutiva sem distinção da estação do ano, algo frequente em roedores (PEREIRA et al., 1993; GRAIPEL et al.,

2006). Um fato interessante é que, de acordo com Bergallo e Magnusson (2004), o sistema de reprodução de *Euryoryzomys russatus* é presumivelmente monogâmico já que a sobreposição intersexual da área de vida é muito alta e a sobreposição intrasexual é baixa.

3.2 A ÁREA DE ESTUDO

A Região Sul do Brasil contempla os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Situa-se entre os paralelos 22° 30' S e 33° 45' S de latitude e 57° 59' W e 48° 00' W de longitude.

As áreas do presente estudo estão localizadas desde o sudeste do Paraná, em todo o estado de Santa Catarina e no noroeste e nordeste do Rio Grande do Sul. O ponto mais ao norte encontra-se a 25° 19' S e 49° 9' W, enquanto que o mais ao sul está a 29°10'S e 50°4'W.

De acordo com Wrege et al. (2016) no Atlas Climático da Região Sul do Brasil da EMBRAPA, a temperatura máxima da região varia entre 26,1 e 36 C°, sendo a variação da temperatura mínima de 7,11 á 19 C°. O total de precipitação pluviométrica no ano difere entre 1200 e 2400 mm. Na classificação climática de Köppen para a região Sul do Brasil podemos encontrar três tipos de clima, sendo eles: clima temperado quente (Cfb); clima subtropical (Cfa), sendo este o predominante; e o clima tropical (Af) pequena parte no litoral do Paraná e norte do litoral Catarinense.

Com população estimada de 29.016.114 habitantes (IBGE, 2014), o Sul do Brasil apresenta em sua maioria relevos de planalto Meridional e os restantes das localidades pertencem ao planalto Atlântico. A altitude destes planaltos varia, tendo áreas elevadas, como as áreas serranas, podendo chegar de 900 m a aproximadamente 2000 m. Contudo, prevalecem extensões de planalto cujas altitudes médias estão entre 400 m a 600 m (SCHNEEBERGER e FARAGO, 2003).

Os dois biomas contemplados no Sul do Brasil, de acordo com o IBGE e o Ministério do Meio Ambiente, 2003, são o Bioma Mata Atlântica e o Bioma Pampa. O primeiro ocupa inteiramente o estado de Santa Catarina, 98% do Paraná (os 2% restantes são uma pequena intrusão do Cerrado a nordeste do estado) e 37% do Rio Grande do Sul. O Bioma Pampa, que não abarca as áreas do estudo em questão, se restringe a este último estado compreendendo 63% do seu território.

O tipo de formação vegetal preeminente na Mata Atlântica é a Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2004). Este tipo de região fitoecológica ocorre em temperaturas elevadas, de clima quente e úmido, e é usualmente composta por árvores altas (EMBRAPA, 2017).

Além de FOM, nesse Bioma há presença de Floresta Ombrófila Mista ou, Mata de Araucária, característica de zonas de altitudes elevadas e de chuva ao longo de todo ano (IBGE, 2004). Floresta Estacional Decidual também é uma formação florestal integrante da Mata Atlântica, estando condicionada à dupla sazonalidade climática e mais de 50% da vegetação perdem as folhas (EMBRAPA, 2017). Atualmente a Mata Atlântica é o bioma brasileiro mais descaracterizado por uma série de fatores que levaram a sua ocupação e destruição desde os primórdios do Brasil colônia.

O sul do Brasil, graças a seu histórico ocupacional, gradativamente perdeu parte significativa das coberturas de solos originais, sobretudo de florestas e campos, que foram alterados em diferentes formas de uso da terra (ICMBio e MMA, 2012).

3.3 MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO DA ESPÉCIE

3.3.1 Elaboração do banco de dados

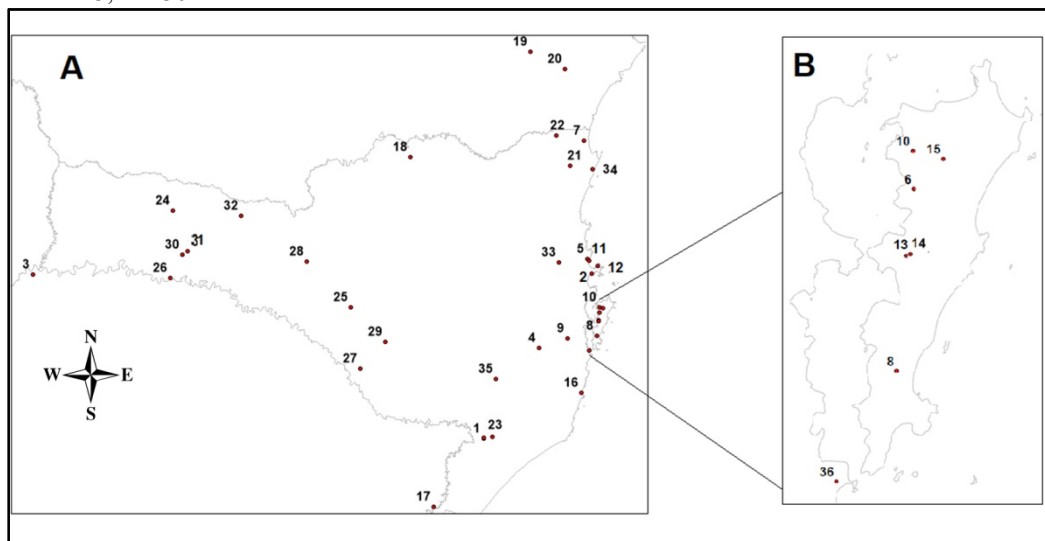
A fim de facilitar o acesso ao conhecimento sobre *E. russatus* foi elaborado um banco de dados contendo informações oriundas da literatura, bibliografia cinza (em periódicos TCCs, Dissertações, Teses, que não foram publicadas) e de dados que estão catalogados nas anotações da coleção científica de mamíferos terrestres que se encontra no Laboratório de Mamíferos Aquáticos da Universidade Federal de Santa Catarina.

Buscou-se nas plataformas digitais “Google Acadêmico” (<https://scholar.google.com.br/>) e “ResearchGate” (<https://www.researchgate.net/>) estudos contendo dados sobre a presença ou ausência de *Euryoryzomys russatus*. Utilizaram-se os termos (em português e inglês) “pequenos mamíferos” “roedores” “pequenos mamíferos do sul do Brasil” “roedores sul do Brasil” pesquisando os primeiros 200 resultados em cada plataforma digital (BOGONI et al., 2017).

Para realização da análise georreferenciada foram imprescindíveis que estes estudos contivessem outras informações tais como: as coordenadas geográficas do local de estudo adequadas para a análise de características como altitude e demais condições climáticas do ambiente; e o tipo de Região Fitoecológica. Além de que toda a literatura deve contemplar apenas os três estados do Sul do Brasil, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul.

Ao todo a área de estudo contempla 36 localidades diferentes do sul do Brasil (Figura 2 e Tabela 1), e cujos levantamentos da presença de *E. russatus* ocorreram entre 1988 e 2016.

Figura 2- (A): 36 localidades da área de estudo que compreendem os três estados do Sul do Brasil. (B): Zoom para representar as localidades de ID 6, 8, 10, 15, 13,14 e 36.



Fonte: A autora (2017).

Tabela 1- Presença ou Ausência de *E. russatus* no Sul do Brasil. Onde: ID = número da localidade; PMCZ = Parque Natural Municipal Costeira de Zimbros; PET = Parque Estadual do Turvo; UCAD = Unidade de Conservação Ambiental Desterro; RVV = Reserva Volta Velha; PLMP = Parque Municipal da Lagoa do Peri; PEST = Parque Estadual da Serra do Tabuleiro; APA = Área de proteção ambiental; PCG = Parque Ecológico do Córrego Grande; PNAS = Parque Nacional Aparados da Serra ; UHE = Usina Hidrelétrica; PCH = Pequena Central Hidrelétrica; CGH = Central Geradora Hidráulica; PEAc = Parque Estadual do Acaraí.

ID	Presença ou Ausência de <i>E. russatus</i>	Local	Município/ Estado
1	1	L1	Siderópolis/ SC
2	1	PMCZ	Bombinhas/ SC
3	1	PET	Derrubadas/ RS
4	1	Pinheiro Alto	Anitápolis/ SC
5	1	L5	Itapema/ SC
6	1	UCAD	Ilha de Santa Catarina/ SC
7	1	RVV	Itapóá/ SC
8	1	PMLP	Ilha de Santa Catarina/ SC
9	1	PEST	Aguaí Mornas/ SC
10	0	Ratones	Ilha de Santa Catarina/ SC
11	1	Praia Grossa	Itapema/ SC
12	1	APA do Araçá	Porto Belo/ SC
13	0	PCG	Ilha de Santa Catarina/ SC
14	0	PCG	Ilha de Santa Catarina/ SC
15	0	Ratones	Ilha de Santa Catarina/ SC
16	0	Áreas da Ribanceira	Imbituba/ SC
17	0	PNAS	Cambará do Sul/ RS
18	0	RIGESA	Três Barras/ SC
19	0	Embrapa Floresta Colombo	Colombo/ PR
20	1	Serra do Mar	Morretes/ PR
21	1	L21	Ilha de São Francisco do Sul/ SC
22	1	L22	Garuva/ SC
23	1	L23	Siderópolis/ SC
24	0	UHE Quebra Queixo	Ipuaçu/ SC
25	0	UHE São Roque	Vargem/ SC
26	0	UHE Foz do Chapecó	Chapecó/ SC
27	0	CGH Varões	Campo Belo do Sul/ SC
28	0	PCH Salto Goês	Tangará/ SC
29	0	Rio Caveiras	Lages/ SC
30	0	PCH Arvoredo	Xaxim/ SC
31	0	PCHs do Rio Irani	Xavantina/ SC
32	0	PCH Passos Maia	Passos Maia/ SC
33	1	Chácara Edith	Brusque/ SC
34	1	PEAc	São Francisco do Sul/ SC
35	0	L35	São Joaquim/ SC
36	1	PEST	Palhoça/ SC

3.3.2 Delimitação das áreas

Para delimitar cada um dos 36 pontos de estudos foram usadas as coordenadas especificadas pelos pesquisadores. A partir do ponto central um buffer de 800 m de raio foi efetivado (UMETSU et al., 2008) no software MapInfo Professional 11.0.

3.3.3 Dados georreferenciados e dados ambientais

As variáveis preditivas, que ao todo correspondem a 13 categorias, foram definidas baseadas em conhecimentos prévios sobre a espécie em relação a padrões bióticos e abióticos que podem relacionar-se com a sua ocorrência.

3.3.3.1 Presença e ausência

Foi considerada presença (1) para os locais em que *Euryoryzomys russatus* foi observado. E ausência (0) naqueles onde, apesar do esforço da investigação, não foi alcançada informações acerca da sua ocorrência.

3.3.3.2 Caracterização do ambiente

Os dados referentes à caracterização física das áreas, bem como as informações acerca do tamanho das áreas naturais e do tipo fitofisionômico de vegetação florestal foram coletados e calculados utilizando-se o software Google Earth e o mapa georreferenciado (“Layer”) da Fundação SOS Mata Atlântica. Estas informações foram analisadas em ambiente de sistema de informações geográficas (Software MapInfo Professional 11.0).

1) Quantidade de floresta - Natural Florestal:

Dentro da categoria *Natural Florestal* encontram-se áreas de floresta natural.

2) Tipo de formação vegetal:

Determinaram-se três formações vegetais distintas:

Floresta Ombrófila Densa (FOD)

Floresta Ombrófila Mista (FOM)

Floresta Estacional Decidual (FED)

Para esta categoria, informações observadas pelos autores acerca do tipo de formação vegetal também foram levadas em consideração.

Nas áreas que não abrangiam nenhuma área florestal, considerou-se o tipo de formação vegetal da área mais próxima do buffer em questão.

3) Água:

A categoria *Água* inclui os corpos de água e rios.

4) Inicial:

Vegetação Secundária Inicial e Formação Pioneira com Influência Marinha.

5) Agropasto, Pecuária e Agricultura:

Agropasto com ou sem vegetação secundária;

Áreas destinadas à pastagem do gado;

Áreas de agricultura.

6) Reflorestamento e Florestamento:

É a categoria que inclui plantação, semeadura, ou promoção induzida pelo homem de fontes naturais de sementes em terrenos que eram antes florestais e foram convertidos a terrenos não florestais (reflorestamento). Como também, através da mesma maneira, a modificação de terrenos que não são florestais e passam a ser (florestamento).

7) Urbana:

Integram locais com influência urbana.

8) Naturais aberta:

Zonas de savana ou campo aberto.

9) Outras Naturais:

Áreas de Estepe Gramíneo Lenhosa, ou seja, áreas de campo limpo.

10) Estradas:

Para os dados sobre a categoria *Estradas* foram realizados os seguintes procedimentos:

As estradas de cada uma das 36 localidades foram digitalizadas no Google Earth Pro e em seguida, como arquivo KMZ foram abertas no MapInfow.

Determinou-se que trilhas e caminhos pequenos tivessem um buffer de 2 metros; estradas não pavimentadas um buffer de 4 metros; estradas pavimentadas um buffer de 8 metros e estradas pavimentadas e de mais de duas vias, como a BR 101, por exemplo, um buffer de 26 metros. O tamanho dos buffers foram baseados em Steinhart et al., 1999.

11) Temperatura:

As informações climáticas acerca da temperatura foram adquiridas a partir do World Clim - Global Climate Data á partir do site do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações– Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais– AmbData– Variáveis Ambientais para Modelagem de Distribuição de Espécies (http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/download.php#var_ind). O layer oferecido foi importado para o software MapInfo Professional 11.0.

A temperatura, em grau Celsius (C°), considerada foi a correspondente á média anual e se refere ao ponto do centro dos buffers.

Referem-se aos dados do período de tempo entre 1950 e 2000.

12) Precipitação:

A precipitação anual foi dada em milímetros (mm) e baseada no World Clim - Global Climate Data á partir do site do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações– Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais– AmbData– Variáveis Ambientais para Modelagem de Distribuição de Espécies (http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/download.php#var_ind). O layer oferecido foi importado para o software MapInfo Professional 11.0.

As informações sobre precipitação são relativas ao intervalo de tempo entre 1950 e 2000.

13) Altitude:

Com base no software Google Earth, cujas imagens de satélite provém do CNES (Centre National d'Études Spatiales)/ Airbus Defence and Space, datadas de Novembro de 2017, foram coletadas as informações sobre a altitude, a partir de um ponto de visão de 3.27 km. A altitude é referente ao ponto do centro dos buffers e dada em metros (m).

3.3.4 Análise dos dados

3.3.4.1 Análise de correlação das variáveis preditoras

Os parâmetros que auxiliam a prever a existência de uma espécie em determinado local são chamados de preditores ambientais. É uma enorme vantagem para um pesquisador saber que em determinada área pode ser encontrada, ou não, uma espécie.

Para inferir quais variáveis preditivas melhor explicam a presença de *Euryoryzomys russatus* inicialmente observou-se a quantidade de dados de cada uma das variáveis. Variáveis com menos de 6 observações foram excluídas para não inflacionar as análises.

Sendo assim, a categoria *Naturais Aberta* e *Outras Naturais* foram removidas por terem falta de dados. A primeira por não ter registro em nenhum dos 36 pontos do estudo, e a segunda por aparecer em apenas quatro locais.

Seguidamente foi feito uma análise de correlação que proporciona um meio de verificar o grau de associação entre duas ou mais variáveis. Com esta finalidade, empregando o software BioEstat 5.3, fez-se o teste paramétrico de Matriz de Correlação Linear com dez preditores ambientais:

- 1) *Quantidade de floresta*, 2) *Água*, 3) *Altitude*, 4) *Temperatura*, 5) *Precipitação*, 6) *Inicial*, 7) *Reflorestamento e Florestamento*, 8) *Agricultura, agropasto e pecuária*, 9) *Estradas*, 10) *Urbana*.

Por se tratar de uma variável qualitativa nominal, a categoria *Tipo de formação vegetal* não pode ser incluída na análise.

3.3.4.2 Análises das variáveis preditoras

Avaliou-se a relação entre as cinco variáveis preditivas que restaram (*quantidade de floresta; temperatura; influência urbana; água; tipo de formação vegetal*) e a variável resposta (presença ou ausência de *E. russatus*) empregando um Modelo Linear Generalizado (Generalized Linear Model -GLM) utilizando o software RStudio Version 1.1.383.

A variável *Estrada* não entrou no modelo por não abranger todo o território e sim, apenas os locais onde foram digitalizadas.

Os GLMs fazem parte dos modelos lineares, logo, abrangem o modelo de regressão linear, o qual contém a variável resposta seguindo distribuição normal.

Segundo Turkman e Silva (2000,p.11):

Os modelos lineares generalizados são uma extensão do modelo linear clássico

$$Y = Z\beta + \varepsilon$$

onde Z é uma matriz de dimensão $n \times p$ de especificação do modelo (em geral a matriz de covariáveis X com um primeiro vector unitário), associada a um vector $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_p)^T$ de parâmetros, e ε é um vector de erros aleatórios com distribuição que se supõe $Nn(0, \sigma^2 I)$.

Estas hipóteses implicam obviamente que $E(Y|Z) = \mu$ com $\mu = Z\beta$, ou seja, o valor esperado da variável resposta é uma função linear das covariáveis.

A extensão mencionada é feita em duas direções. Por um lado, a distribuição considerada não tem de ser normal, podendo ser qualquer distribuição da família exponencial; por outro lado, embora se mantenha a estrutura de linearidade, a função que relaciona o valor esperado e o vector de covariáveis pode ser qualquer função diferenciável.

A seleção de modelos foi realizada pelo procedimento *Stepwise Reduction* (ZUUR et al., 2009). As variáveis selecionadas foram incluídas no modelo inicial e, aquela com menor contribuição foi removida nos modelos subsequentes, sendo as duas últimas variáveis testadas individualmente. Também foi considerado um modelo nulo para verificar se este é mais parcimonioso que os demais.

A partir do critério de informação de Akaike (AIC) foi selecionado o melhor modelo.

No caso do número de observações ser menor que dez vezes o número de parâmetros utiliza-se o critério de informação de Akaike corrigido (*AICc*) (PAGEL FLORIANO et al., 2006).

O menor valor de *AIC* ou de *AICc* implica no modelo mais próximo da exatidão (PAGEL FLORIANO et al., 2006).

Outra informação adicional considerada foi o peso de Akaike, que configura a probabilidade de um modelo ser mais apropriado que o outro.

Modelos com grandes valores de peso Akaike são os mais parcimoniosos (quanto mais próximo de 1 o valor de peso Akaike, mais parcimonioso) (WAGENMAKERS e FARRELL, 2004).

A proporção da variabilidade total explicada pelos modelos mais parcimoniosos foi definida através do software RStudio como segue:

```
R2 <- function(model){100 * ((model$null.deviance -
model$deviance)/model$null.deviance)}
```

Depois de definir as variáveis adequadas para o GLM foram estabelecidas as hipóteses a serem avaliadas pelos modelos:

1. A quantidade e a qualidade das florestas permitem a existência da espécie. Quanto maior a quantidade de florestas naturais em estágio avançado e menor as áreas fragmentadas, maior a probabilidade da ocorrência da espécie.
2. A temperatura é um fator fisiológico limitante para a distribuição da espécie. Considerando que a espécie é suscetível a hipotermia (comunicação pessoal Graipel M. E.), a distribuição da mesma é definida por regiões com maiores temperaturas.
3. Impactos antrópicos associados à redução de áreas disponíveis para a utilização das espécies determinam a ausência da espécie.
4. A espécie tem relação direta com a presença de corpos de água.
5. A ocorrência nas diferentes formações vegetais florestais (FOD, FOM e FED) avaliadas é igualmente esperada.

3.3.5 Modelo de nicho ecológico

3.3.5.1 Dados do nicho climático fundamental

As condições climáticas atuais foram coletadas do banco de dados climáticos globais (WC) (<http://www.worldclim.org/download>). Esses dados correspondem ao período entre 1950 até 2000 (HIJMANS et al., 2005). A interpolação se deu através dos dados climáticos compilados da Rede Global de Climatologia Histórica (GHCN), a FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), a OMM (Organização Meteorológica Mundial), o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e R-HYdronet, além de outras bases de dados pequenas.

As variáveis independentes: latitude, longitude e elevação, dentro do software ANUSPLIN, foram interpoladas utilizando *thin plate smoothing splines* (HIJMANS et al., 2005).

Na resolução de 30 arc-segundos (~1000 metros) adquiriram-se os seguintes dados: (a) temperatura máxima, mínima e média; e (b) precipitação.

Devido à multicolinearidade com os dados climáticos, a variável altitude não foi adicionada (LEGENDRE e LEGENDRE 1998).

3.3.5.2 Modelagem de nichos e validação de modelos

O modelo foi baseado nos métodos de predição de modelagem dos algoritmos: Profile (Bioclim) e Learning Machine (Random Forest e Support Vector Machine). A incerteza do modelo foi diminuída baseando o modelo principal pela média ponderada com base no melhor modelo ajustado via teste da *Area Under the Receiver Operator* (AUC) (HIJMANS e ELITH, 2013).

Desse modo, a espécie foi modelada para as condições atuais. Primeiramente em cada ponto de presença retirou-se os valores de nicho e em seguida aleatorizou-se 50 pontos de pseudoausência dentro da área de projeção.

Por meio do teste AUC, considerado uma medida de classificação de correlação (PHILLIPS et al., 2006), o modelo passou por previsão, ajuste e avaliação.

Os locais com valores esperados de alta aptidão para a ocorrência de *E. russatus* são sugeridos por um valor alto de AUC, enquanto que se esses valores forem menores, tendem a ser áreas onde a espécie não é conhecida e não está presente (fora ou um ponto aleatório).

Uma pontuação de $AUC = 0,5$ demonstra que o modelo é tão bom quanto aleatório, pois o valor de AUC varia de 0 a 1. Dessa forma, para se ter um bom modelo o valor de AUC deve estar próximo de 0 ou de 1 (PHILLIPS et al., 2006).

4 RESULTADOS

4.1 ANÁLISES DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS PREDITORAS

Baseados nos valores da probabilidade de significância (p), sendo aqueles menores que 0,05 conotam correlações estatisticamente significativas (AYRES et al., 2007), foram definidas as variáveis posteriormente utilizadas nos próximos cálculos estatístico.

A análise (Tabela 2) mostrou alta correlação ($p < 0,0001$) entre a *quantidade de floresta* e o *agropasto, agricultura e pecuária*. Sendo que o *Euryoryzomys russatus* demonstra preferência por ambientes florestais (MACHADO, 2011), o preditor ambiental *quantidade de floresta* é mais adequado para esta análise.

Existe alta correlação ($p < 0,0001$) entre os fatores *altitude* e *temperatura*. De maneira que a *temperatura* foi a variável mantida pela sua importância fisiológica para a espécie em questão. O valor de $p = 0,0326$ para a correlação entre a *temperatura* e as *áreas de reflorestamento e florestamento*, excluem este último fator também pela relevância da temperatura.

Ademais, há correlações altamente significativas acerca da categoria *Inicial* e a área das *estradas*, com um $p = < 0,0001$. Entretanto, nenhuma dessas duas categorias foram mantidas, já que, há somente cinco pontos onde se pode encontrar vegetação secundária inicial e/ou formação pioneira com influência marinha e, como citado anteriormente, a variável *estrada* não foi incluída no modelo visto que ela não compreende informações para além dos buffers utilizados nas avaliações iniciais.

Outra correlação existente ($p = 0,0346$) é sobre a *altitude* e as *áreas de reflorestamento e florestamento*, contudo, estas duas variáveis já haviam sido descartadas por motivos anteriores.

A variável *Precipitação* é significativamente correlacionada ($p = 0,0337$) com a variável *Urbana*, escolhendo-se manter esta última já que *E. russatus* demonstra preferência por ambientes florestais, ou seja, ambientes não urbanos. Além disso, a variável *Precipitação* também possui correlação significativa ($p = 0,0163$) com a categoria *Agropasto, agricultura e pecuária*, ambas já excluídas do modelo previamente.

Assim sendo, as variáveis que entraram no modelo linear generalizado a seguir foram: *quantidade de floresta*; *temperatura*; *água*; *influência urbana* e *tipo de formação vegetal*.

Tabela 2- Valores da probabilidade de significância (p) obtidos através de uma Matriz de Correlação Linear.

Variáveis	Valor de p
Quantidade de floresta e H2O	0,7637
Quantidade de floresta e altitude	0,7911
Quantidade de floresta e temperatura	0,7036
Quantidade de floresta e precipitação	0,8321
Quantidade de floresta e inicial	0,0581
Quantidade de floresta e reflorestamento e florestamento	0,4633
Quantidade de floresta e agropasto, agricultura e pecuária	< 0,0001
Quantidade de floresta e estradas	0,0897
Quantidade de floresta e influência urbana	0,078
H2O e altitude	0,8227
H2O e temperatura	0,4158
H2O e precipitação	0,9387
H2O e inicial	0,6482
H2O e reflorestamento e florestamento	0,5781
H2O e agropasto, agricultura e pecuária	0,8438
H2O e estradas	0,5484
H2O e influência urbana	0,6006
Altitude e temperatura	< 0,0001
Altitude e precipitação	0,4066
Altitude e inicial	0,1258
Altitude e reflorestamento e florestamento	0,0346
Altitude e agropasto, agricultura e pecuária	0,9773
Altitude e estradas	0,1316
Altitude e influência urbana	0,0963
Temperatura e precipitação	0,9333
Temperatura e inicial	0,2673
Temperatura e reflorestamento e florestamento	0,0326
Temperatura e agropasto, agricultura e pecuária	0,6334
Temperatura e estradas	0,1953
Temperatura e influência urbana	0,2375
Precipitação e inicial	0,091
Precipitação e reflorestamento e florestamento	0,2987
Precipitação e agropasto, agricultura e pecuária	0,0163
Precipitação e estradas	0,4491
Precipitação e influência urbana	0,0337
Inicial e reflorestamento e florestamento	0,616
Inicial e agropasto, agricultura e pecuária	0,9382

Inicial e estradas	< 0,0001
Inicial e influência urbana	0,7051
Reflorestamento e florestamento e agropasto, agricultura e pecuária	0,3861
Reflorestamento e florestamento e estradas	0,6959
Reflorestamento e florestamento e influência urbana	0,5651
Agropasto, agricultura e pecuária e estradas	0,7133
Agropasto, agricultura e pecuária e influência urbana	0,2647
Estradas e influência urbana	0,8218

4.2 MODELO LINEAR GENERALIZADO

A partir das variáveis selecionadas o melhor modelo (M4) indica relação positiva da presença de *E. russatus* com a *quantidade de floresta* e a *temperatura* (AICc = 21,15771; Peso de Akaike = 0,65).

O segundo melhor modelo (M3) também demonstra positivamente relação entre a variável resposta e as variáveis preditivas *quantidade de floresta* e *temperatura*, porém, acrescenta uma relação negativa com a variável *influência urbana* (AICc = 22,60025; Peso de Akaike = 0,31) (Tabela 3).

Somente o primeiro e o segundo melhores modelos apresentaram delta Akaike menor do que 2 (0,000000 e 1,442542, respectivamente), e já que, de acordo com o critério de Akaike, todos os modelos com delta AIC inferior ou igual a 2 (GOTELLI e ELLISON, 2011) são igualmente plausíveis, a legitimidade de M4 e M3 é acentuada.

Foi verificado que o pior modelo é o nulo, fato que retrata a improbabilidade dos resultados terem sido obtidos ao acaso.

Os valores de PseudoR (R^2) para M4 e M3 são, respectivamente, 71,13 e 73,33. Ou seja, a proporção da variabilidade total não explicada pelos modelos mais parcimoniosos é inferior a 0,3.

Tabela 3- Ranqueamento dos 7 modelos apresentando a condição presença ou ausência como variável resposta. (M = Modelo; FLO = quantidade de floresta (ha); TEM = temperatura (°C); URB = influência urbana (ha); FVE = tipo de formação vegetal; H2O = quantidade de água (ha); DF = graus de liberdade; logLik = logaritmo dos modelos; AICc = intervalos de confiança; delta = Δ AIC = diferença no AIC entre um modelo e o melhor modelo; NS = Nível de significância: *=0,05; **=0,01; ***=0,001; MS = Significância marginalmente significativa: $p < 0,10$; R^2 = proporção da variabilidade total explicada pelos modelos).

M	Descrição do modelo	DF	logLik	AICc	delta	Peso de Akaike	NS	MS	R ²
M4	FLO + TEM	3	- 7.2038 55	21.15771	0.000000	0.65	FLO*; TEM*		71.13
M3	FLO + TEM + URB	4	- 6.6549 65	22.60025	1.442542	0.32	FLO*; TEM*		73.33
M2	FLO + TEM + URB + FVE	6	- 6.3564 15	27.60938	6.451672	0.02		FLO; TEM	74.53
M1	FLO + TEM + URB + FVE + H2O	7	- 6.1939 19	30.38784	9.230128	0.006		FLO; TEM	75.18
M5	FLO	2	- 16.334 468	37.0325	15.874863	0.0002	FLO** *		34.54
M6	TEM	2	- 21.918 735	48.20111	27.043396	0	TEM*		12.16
M7	-	1	- 24.953 299	52.02424	30.866534	0			0

4.2.1 Variáveis utilizadas no GLM e suas influências sobre a espécie

No que se refere aos dados de presença e ausência, *E. russatus* está presente em metade das áreas deste estudo (18 localidades) e ausente na outra metade. Essa proporção colabora com a pertinência dos resultados.

O local com menor *quantidade de floresta* foi o ID 28 (PCH Salto Góes em Tangará SC), onde a área correspondeu a 4,43ha e a espécie foi considerada ausente. Ao passo que a maior área florestal está compreendida em 4 localidades onde os 192ha do buffer estão inteirados de floresta. Estes locais são: ID 33 (Chacara Edith em Brusque SC); ID 3 (PET em Derrubadas RS); e 2 locais em Siderópolis SC (ID 1 e ID 23) e, em todos, *E. russatus* esteve presente.

A menor *temperatura* média anual é de 4,9 °C, no município de Passos Maia SC (ID 32) e *E. russatus* esteve ausente. Enquanto que em Itapoá SC (ID 7) obteve-se a temperatura média anual mais alta, que consiste em 13,5 °C e onde a espécie foi considerada presente.

Segundo o banco de dados da SOS Mata Atlântica utilizado, somente 7 áreas do estudos detém alguma quantidade de *corpos de água e/ou rios*. Sendo a maior quantidade encontrada no ID 8 (PMLP na Ilha de Santa Catarina), equivalendo a 63,70ha. E a menor corresponde a 0,09ha e encontra-se no ID 12 (APA do Araçá em Porto Belo SC). *E. russatus* esteve presente em ambas as localidades.

Dentro da categoria *Influência Urbana* a maior quantidade deste tipo de área foi encontrada no ID 13 (PCG na Ilha de Santa Catarina) e configura uma área de 188,65 ha na qual a espécie esteve ausente. A menor área de Influência Urbana é de 1,35 ha e corresponde ao ID 15 (Ratones SC) no qual a espécie também foi ausente. Outras 27 localidades não possuem nenhum tipo de influência urbana segundo o *layer* da Fundação SOS Mata Atlântica.

Quanto ao *tipo de formação vegetal*, a Floresta Ombrófila Densa (FOD) foi a que predominou, sendo verificada em 24 áreas diferentes. Nas quais, em 17 delas a espécie estava presente, sendo assim, sua ausência se deu em 7 áreas de FOD. A menor quantidade de Floresta Ombrófila Densa foi vista dentro destes 7 pontos, tratando-se de uma área de 11,16ha (ID 13, PCG na Ilha de Santa Catarina). As maiores áreas de FOD correspondem a 192ha e há presença de *E. russatus* em todas.

Nos 11 locais de Floresta Ombrófila Mista (FOM) não foi observada a presença de *E. russatus*. Dentre eles, está inclusa a menor área florestal da área de estudo (4,43ha), enquanto que a maior área de FOM abrange 118,13ha (ID 19, Embrapa Floresta Colombo PR).

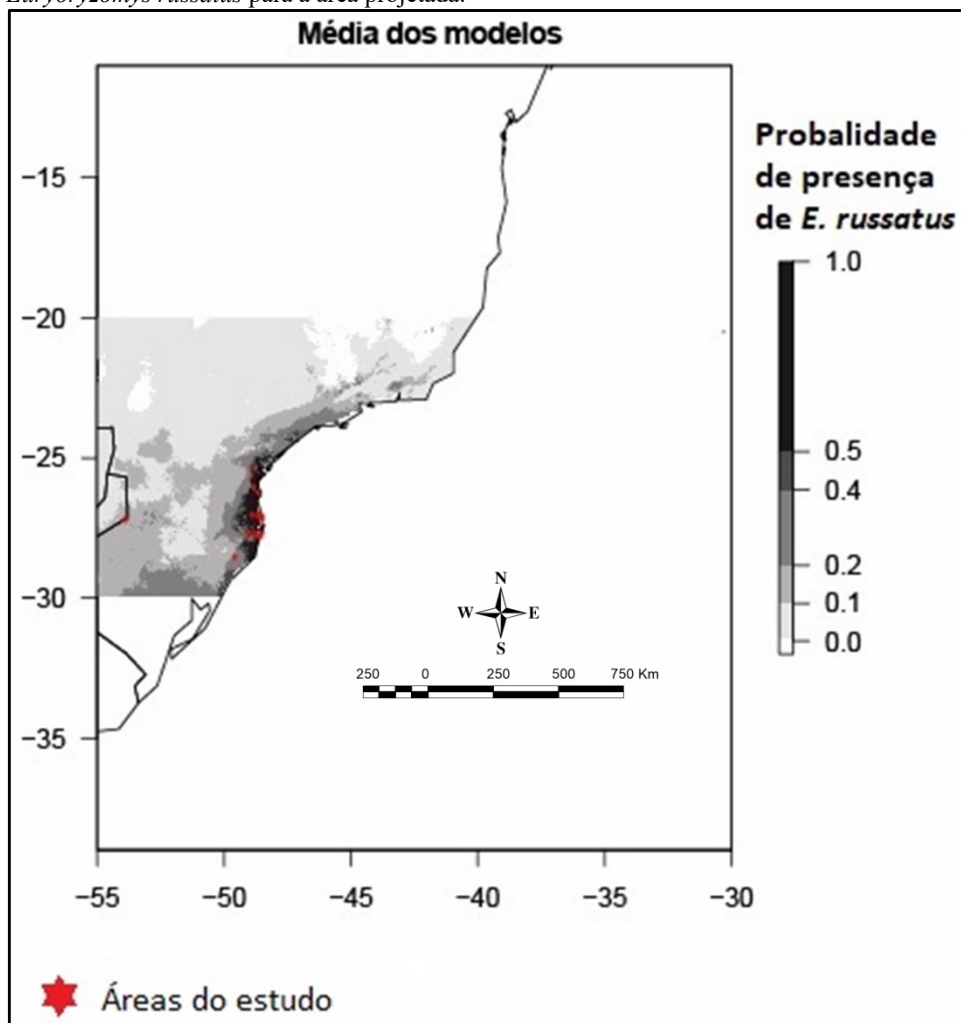
Floresta Estacional Decidual ocorreu em 1 localidade (ID 3, Derrubadas RS), compreende a 192ha de floresta e onde a espécie teve registro.

4.3 MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO

O SDM mostrou uma distribuição atual adequada (probabilidade de presença $\geq 0,50$) de 7.435 km², representando cerca de 1.83% do total da área projetada (~408.037 km²) (Figura 3 e Figura 4).

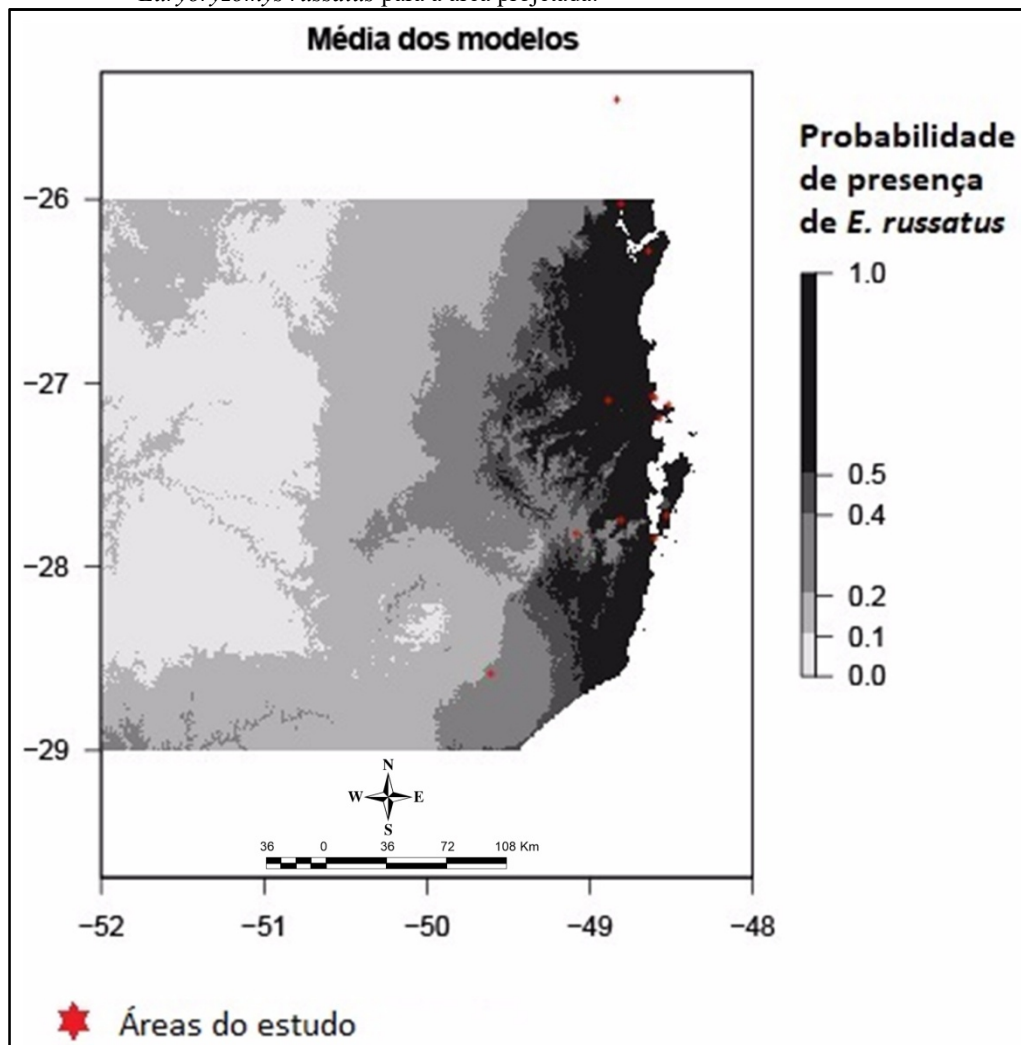
Os valores de AUC obtidos (Figura 5) correspondem a: Bioclim = 1; Random Forest = 1; Support Vector Machine = 0,992.

Figura 3- Média dos modelos: Profile (Bioclim) e Learning Machine (Random Forest e Support Vector Machine) resultando na distribuição atual de *Euryoryzomys russatus* para a área projetada.



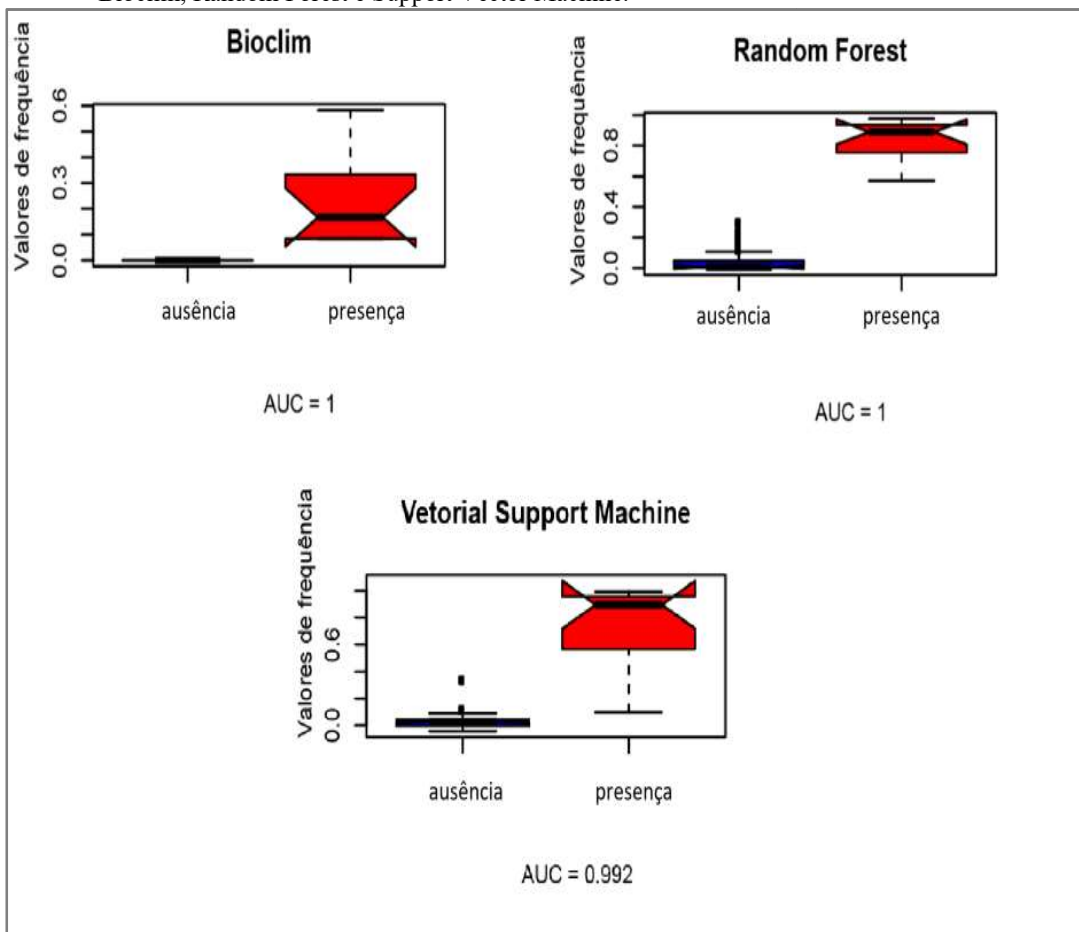
Fonte: A autora (2017).

Figura 4- Média dos modelos (em zoom): Profile (Bioclim) e Learning Machine (Random Forest e Support Vector Machine) resultando na distribuição atual de *Euryoryzomys russatus* para a área projetada.



Fonte: A autora (2017).

Figura 5- Boxplots baseados na comparação das frequências entre a presença e a ausência de *E. russatus* e os valores de AUC baseados em diferentes algoritmos: Bioclim, Random Forest e Support Vector Machine.



Fonte: A autora (2017).

5 DISCUSSÃO

5.1 VARIÁVEIS QUE MELHOR EXPLICAM A PRESENÇA E DISTRIBUIÇÃO DE *Euryoryzomys russatus*

Conforme o resultado da aplicação do GLM é evidente que a presença da espécie está vinculada a temperaturas mais altas, a áreas de floresta com maior quantidade de vegetação e onde existe menor influência urbana.

5.1.1 Temperatura

Nota-se, a partir da análise dos dados coletados, que em temperaturas médias anuais inferiores a 7,4 °C não há registros de *E. russatus*. Ou seja, a distribuição da espécie é limitada pela menor temperatura média anual. Simultaneamente as temperaturas menores são identificadas nas maiores altitudes e em áreas de FOM.

Kerr e Packer (1998) e Pigot et al. (2010) elucidaram que a riqueza de espécies e os limites de distribuição variam previsivelmente com a temperatura ambiental em mamíferos e aves. Em contrapartida, as tentativas explícitas de quantificar a forma como as capacidades termorreguladoras podem impactar as variáveis ecológicas, como a distribuição geográfica ou os padrões de atividade, abrangem uma fração muito pequena dos estudos sobre energia endotérmica (HUMPHRIES et al., 2002; REZENDE e BACIGALUPE, 2015).

Ainda que as respostas fisiológicas envolvidas na termorregulação tenham sido entendidas há muito tempo e sejam gerais para quase todas as espécies endotérmicas, não existe uma abordagem única para prever de que forma as capacidades termorreguladoras e suas necessidades energéticas em mamíferos (e aves) podem afetar diferentes aspectos de sua ecologia (REZENDE e BACIGALUPE, 2015).

E. russatus é um roedor e o pequeno tamanho desses animais os fazem bastante vulneráveis ao frio, pois, eles detêm de uma superfície de perda de calor maior em relação ao volume, necessitando gerar maior quantidade de calor, uma vez que o trocam mais facilmente com o meio externo (CAMPOS, 2013). Como consequência possuem uma taxa metabólica e um gasto de energia elevado (O'MALLEY, 2005). Então, dependendo da capacidade de obtenção de recursos alimentares a espécie torna-se mais ou menos susceptível a hipotermia.

Uma porcentagem considerável de morte de *E. russatus* por hipotermia tem sido verificada no sul do Brasil, principalmente, quando

comparado com outros roedores (Graipel, M.E. Com. Pessoal). Uma vez que o período de maior atividade de *E. russatus* transcorre entre as 23 horas da noite e as 2 horas da manhã (GRAIPEL et al., 2003) os indivíduos são submetidos a uma condição ainda mais restrita associada à baixas temperaturas.

Outra condição relacionada à temperatura é a dieta da espécie. *E. russatus* se alimenta preferencialmente de grãos e sementes (BERGALLO e MAGNUSSON, 2004; GRAIPEL et al., 2006), material de difícil digestão e que precisa de mais tempo para ser processado, que o esperado para espécies insetívoras ou onívoras, diminuindo seu metabolismo e consequentemente a produção de calor metabólico. Ou seja, a dieta pode ser mais um obstáculo para a manutenção da temperatura corporal ideal da espécie.

5.1.2 Distribuição florestal, área florestal e fragmentação

O limite de distribuição da espécie coincide com o fim da Mata Atlântica, no norte do Rio Grande do Sul. Em áreas de Pampa (ou de transição entre Mata Atlântica e o Pampa) não foram encontrados estudos demonstrando a presença da espécie. Como é uma espécie que vive em florestas, quando não há florestas, ela perde parte do seu nicho.

Além disso, a GLM indicou que *E. russatus* é presente em áreas com maior quantidade de vegetação, sendo encontrado em apenas 3 localidades (ID 12, ID 20 e ID 21) com menos de 100ha de floresta (97,76; 45,09; 44,65 respectivamente) corrobora este resultado. De acordo com Bressan, Kierulff e Sugieda (2009) nos fragmentos florestais de área inferior a 50ha, a espécie não ocorre ou é rara.

Umetsu, Metzger e Pardini (2008) concluíram que a abundância de *E. russatus*, em uma localidade no estado de São Paulo, aumenta significativamente com o aumento da quantidade de floresta e conectividade em todas as escalas espaciais. No estudo destes autores, esta espécie foi a que apresentou uma relação mais consistente com a estrutura da paisagem dentre pequenos mamíferos considerados (*Euryoryzomys russatus*, *Didelphis aurita*, *Delomys sublineatus*, *Marmosops incanus*, *Sooretamys angouya*, *Oligoryzomys nigripes*, *Akodon montensis*, *Micoureus paraguayanus*). E é claramente a mais vulnerável à fragmentação.

Na região oeste da área de estudo, que possui alto índice de fragmentação (ALARCON, 2011) a presença de *E. russatus* se deu apenas no local de amostragem do Parque Estadual do Turvo (ID 3). O que concorda com as observações de Umetsu et al., (2008). Baseado

nessas informações é notável que a presença de *E. russatus* acontece em áreas com comunidades alteradas, mas com características fitofisionômicas preservadas. Diferentemente do que foi relatado em Bressan, Kierulff e Sugieda (2009) de que a presença de *E. russatus* é significativo de comunidades que não estão muito alteradas.

Extrapolando para toda a Mata Atlântica, cujo território vai do norte do Rio Grande do Sul até o Rio Grande do Norte, somado ao fato de que segundo a IUCN (2016) (Figura 6) a distribuição de *E. russatus* tem seu limite norte no sul da Bahia, o desaparecimento da espécie pode estar associado ao elevado nível de fragmentação deste bioma nos locais de latitudes menores. Portanto, existe uma necessidade de estudos incluindo toda a Mata Atlântica para inferir se esses padrões se repetem para além do território brasileiro ao sul e do estado de São Paulo.

Uma vez que a espécie é considerada Vulnerável no estado de São Paulo (BRESSAN, KIERULFF e SUGIEDA 2009) e possui severas restrições associadas à degradação ambiental e, possivelmente fisiológicas, sugere-se a revisão do estado de conservação em futuras revisões da lista de espécies ameaçadas nos estados do sul do Brasil. De um modo geral foi demonstrado no presente estudo que em Santa Catarina ela tem grande probabilidade de estar presente, principalmente, nas áreas preservadas.

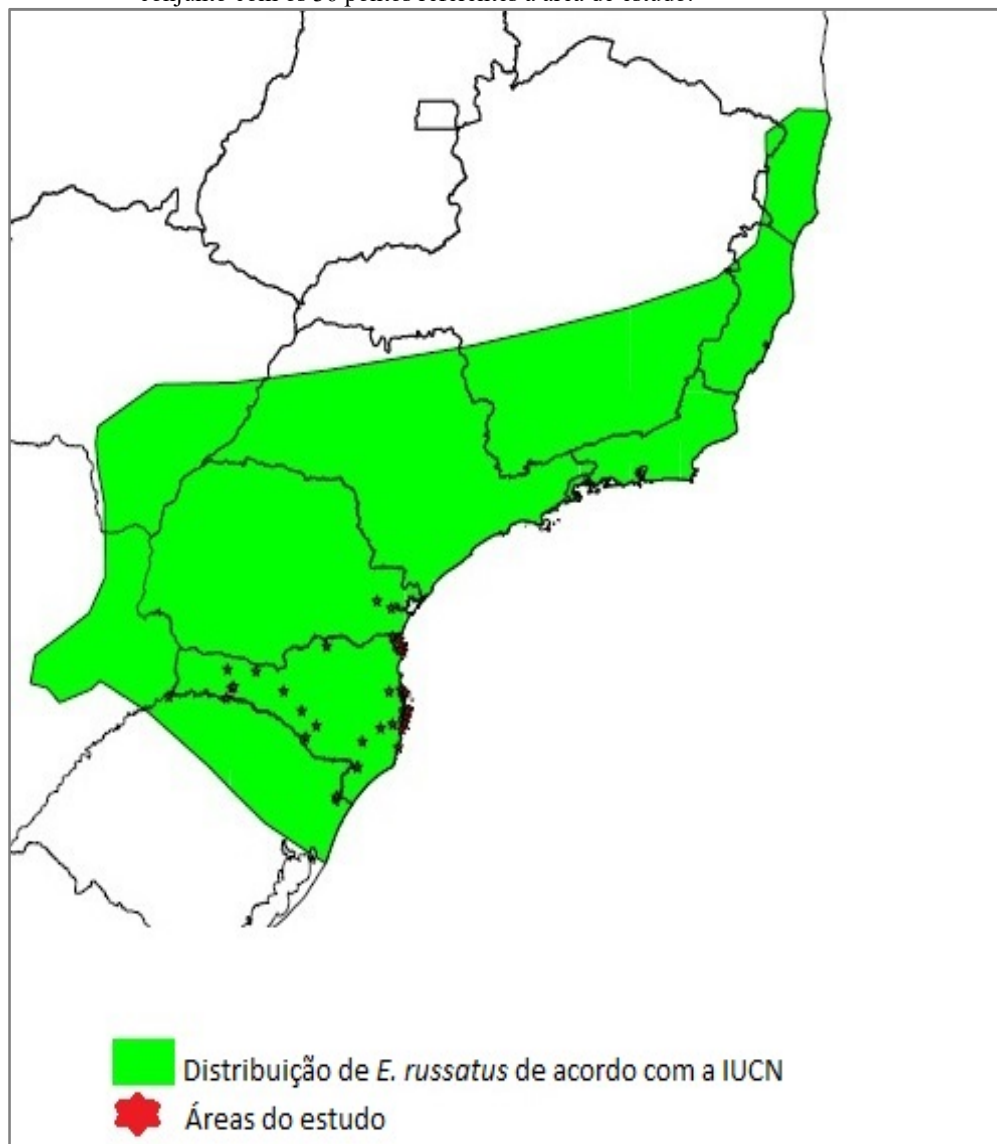
Inclusive, a fragmentação gera condições acumulativas que fazem com que a disponibilidade e a capacidade de obtenção de recursos (dentre eles o alimentício) sejam ainda menores. A área reduzida e o aumento da dispersão espacial do habitat podem reduzir a disponibilidade de recursos nas manchas de habitat (IMS et al., 1993), agravando mais a situação da espécie em relação a este elemento.

Adicionalmente, em decorrência da fragmentação pode haver uma redução do tamanho da população ou na densidade em níveis locais e apesar disso ser em taxas menores para pequenos mamíferos (DEBINSKI e HOLT, 2000), *E. russatus* tem, ao que tudo indica, um sistema de acasalamento monogâmico (BERGALLO e MAGNUSSON, 2004), dessa maneira, sua vulnerabilidade a ambientes fragmentados se intensifica pelo fato da fragmentação poder afetar negativamente o sucesso das formações de pares (DALE, 2001; BANKS et al., 2007). O que poderia ser explicado pela apuração do aumento da dispersão espacial de manchas de habitat diminuindo a disponibilidade de parceiros extras (BANKS et al., 2005) Ainda, segundo Dale (2001), a dispersão natural em mamíferos é tendenciosa, machos utilizam períodos com maior atividade do predador e as fêmeas o contrário. Essa dispersão dos machos é maior em áreas fragmentadas. Isso complementa

as constatações de Sommer (2000) de que o comportamento dos machos poderia levá-los a encontrar predadores mais regularmente, o que reduziria as probabilidades de sobrevivência desse sexo. A diferença de comportamento entre machos e fêmeas propicia evidências empíricas de que os machos investem no bem-estar da prole atual tendo o sacrifício de um maior risco de predação, á medida que as fêmeas protegem seu valor reprodutivo residual. Somado ao fato de que a produtividade de fêmeas é menor em espécies monogâmicas, pois, a monogamia exclui algumas fêmeas da reprodução, os mamíferos monogâmicos podem ser mais suscetíveis à extinção comparado aos mamíferos poligâmicos (DALE, 2001). Isto posto, a monogamia pode inferir um dos prováveis motivos para a vulnerabilidade de *E. russatus* em ambientes fragmentados.

Vale ressaltar que em determinadas médias anuais de temperaturas (6,6 °C - ID 17; 6,7 °C - ID 27; 8 °C – ID 19; 5,7 °C – ID 35) ainda que hajam quantidades apropriadas (> 100ha) de florestas disponíveis para a ocorrência da espécie, ela desaparece da área.

Figura 6- Distribuição de *Euryoryzomys russatus* conforme a IUCN em conjunto com os 36 pontos referentes à área de estudo.



Fonte: A autora (2017).

5.1.2 Influência urbana

Há impreterivelmente uma relação direta entre o meio ambiente natural e a urbanização. Este vínculo acarreta em resultados degradantes sobre o meio ambiente devido à concentração de impactos ambientais e propagação dos mesmos para fora das divisas urbanas.

Certas circunstâncias da urbanização viabilizam a perda de diversidade de espécies. O efeito na área ocupacional das espécies é um exemplo: áreas urbanas possuem uma grande extensão de superfície impermeável e esta diminui e fragmenta a área disponível para plantas e animais (MC KINNEY, 2008).

Tait et al. (2005) demonstrou uma perda líquida de espécies de mamíferos em ambientes urbanos na Austrália e para o sul do Brasil podemos perceber, conforme demonstrado aqui, a influência urbana afetando negativamente a presença de *E. russatus*.

5.2 MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO DA ESPÉCIE POR MEIO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

As informações sobre a distribuição de espécies ecologicamente relevantes dão subsídios à escolha de áreas prioritárias para a conservação e, considerando a dificuldade de obtê-las, a modelagem da distribuição de espécies ou modelagem de nicho torna-se uma ferramenta extremamente útil para a adoção de medidas de conservação.

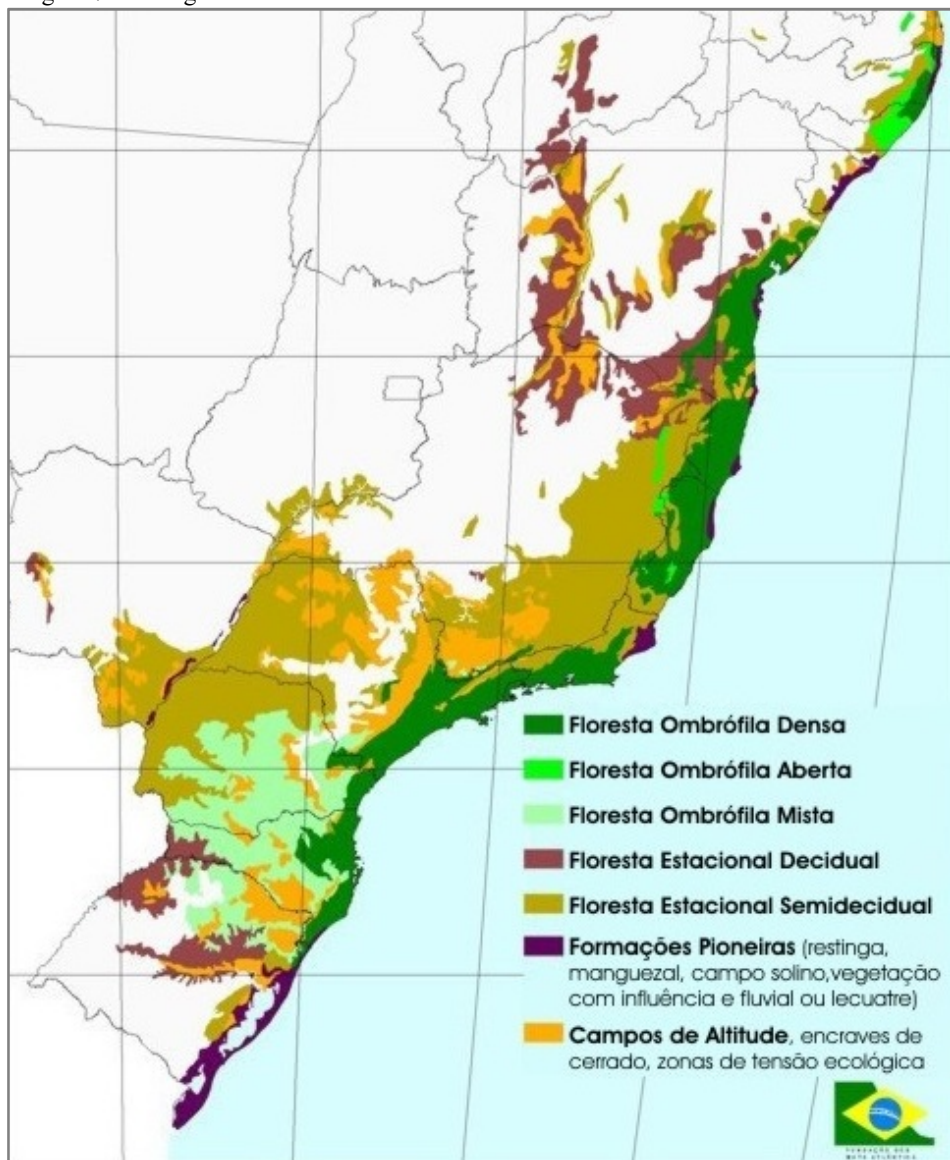
A distribuição de *E. russatus* (Figura 4) está concentrada entre as latitudes 25°S e 28°S e longitudes 48,4°O a 49,4°O, coincidindo com a distribuição da Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica sensu strict) da Região Sul. (Figura 7).

Ainda que as formações florestais não tenham apontado uso diferenciado de habitat (Tabela 3), a presença predominante da espécie em FOD parece estar fortemente relacionada às preditoras que compuseram os modelos mais parcimoniosos, ou seja, a ausência em FOM com mais baixas temperaturas e apenas na maior das áreas de FED, com menor fragmentação.

Em relação à avaliação dos modelos Bioclim, Random Forest e Support Vector Machine e considerando todos os algoritmos utilizados, a avaliação mostrou que os SDM tiveram um bom ajuste, devido ao valor de AUC que variou de 0,992 a 1,00 (Figura 5) e, sobretudo o SDM está de acordo com a distribuição da espécie de acordo com a IUCN (2017) (Figura 6) e com a análise da GLM (Tabela 3) que apontam para a distribuição da espécie em áreas de floresta pouco fragmentadas e com

maiores temperaturas, que nesse estudo é representada principalmente pela FOD.

Figura 7- Abrangência da Floresta Ombrófila Densa.



Fonte: Digitalização do Mapa de Vegetação do Brasil, FIBGE, 1993, escala

1:5.000.000 – Instituto Socioambiental/Fundação SOS Mata Atlântica.

Disponível em: http://www.rbma.org.br/anuario/mata_02_eco_ssistema.asp

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo detalha a distribuição geográfica de *Euryoryzomys russatus* e aborda as principais variáveis correlacionadas com sua presença. Suas conclusões auxiliam a execução de futuros planos de manejo para a conservação da espécie, esta, importante na Mata Atlântica sendo sua ocorrência indicativa de ambientes pouco perturbados.

Por meio da avaliação dos resultados alcançados pode-se concluir que:

- Hipótese 1: a quantidade e a qualidade das florestas naturais (FOD) em estágio avançado propiciam a existência de *E. russatus*.
- Hipótese 2: baixas temperaturas médias mostraram-se limitantes para a ocorrência da espécie.
- Hipótese 3: a influência urbana, decorrente de impactos antrópicos, diminui áreas disponíveis para a ocorrência da espécie.
- A distribuição da espécie está relacionada com o limite imposto pelas florestas (limite da Mata Atlântica) e com a fragmentação dos habitats (sendo raramente encontrada em áreas florestais pequenas). Existe ainda um terceiro e significativo limite relativo à temperatura, *E. russatus* é visivelmente vulnerável diante de temperaturas baixas.
- Objetivando conservar a espécie, as medidas devem priorizar localidades com possibilidade de presença de *E. russatus* maior que 50%. Essas localidades devem ser protegidas e fiscalizadas, pois se sabe da fragilidade imposta pela fragmentação.
- Visando o aperfeiçoamento do SDM da espécie em pauta e com base nos resultados obtidos no GLM, propõe-se que estudos futuros incorporem na avaliação informações relacionadas à *quantidade de floresta*, já que as variáveis ambientais propostas no SDM atual abrangem unicamente informações climáticas.
- A junção de informações acerca do número e das características físicas e ambientais das Unidades de Conservação que existem no território onde a espécie está concentrada atualmente, segundo o SDM, é uma recomendação para o aprofundamento deste estudo. Isto levaria a um panorama maior a respeito de políticas conservacionistas demonstrando em quais UC a

proteção da espécie está acontecendo e em quais regiões é necessária a implantação de outras UC.

REFERÊNCIAS

- AKAIKE, Hirotugu. A new look at the statistical model identification. **IEEE transactions on automatic control**, v. 19, n. 6, p. 716-723, 1974.
- ALARCON, Gisele Garcia. Fragmentação da floresta com araucária e ecossistemas associados no corredor ecológico Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas**, v. 24, n. 3, p. 25–38, 2011.
- AYRES, Manuel. et al. BIOESTAT – aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Bio-Médicas. **Instituto Mamirauá**, Belém, v. 364, 2007.
- BANKS, S. C. et al. The effects of habitat fragmentation on the social kin structure and mating system of the agile antechinus, *Antechinus agilis*. **Molecular Ecology**, v. 14, n. 6, p. 1789-1801, 2005.
- BANKS, Sam C. et al. Sex and sociality in a disconnected world: a review of the impacts of habitat fragmentation on animal social interactions This review is one of a series dealing with some aspects of the impact of habitat fragmentation on animals and plants. This series is one of several virtual symposia focussing on ecological topics that will be published in the Journal from time to time. **Canadian Journal of Zoology**, v. 85, n. 10, p. 1065-1079, 2007.
- BARBOSA, Fabiana Gonçalves. Modelos de distribuição de espécies invasoras: tendências e aplicações. 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/49285>>. Acesso em: 28 set. 2017.
- BEGON, Michael; TOWNSEND, Colin; HARPER, John. **Ecologia De indivíduos a Ecossistemas**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2007.
- BERGALLO, Helena Godoy; MAGNUSSON, William E. Factors affecting the use of space by two rodent species in Brazilian Atlantic forest. **Mammalia**, v. 68, n. 2-3, p. 121-132, 2004.
- BERGALLO, Helena Godoy; MAGNUSSON, William Ernest. Effects of climate and food availability on four rodent species in southeastern Brazil. **Journal of Mammalogy**, v. 80, n. 2, p. 472-486, 1999.

BOGONI, Juliano André et al. What would be the diversity patterns of medium-to large-bodied mammals if the fragmented Atlantic Forest was a large metacommunity?. **Biological Conservation**, v. 211, p. 85-94, 2017.

BONVICINO, Cibele Rodrigues; OLIVEIRA, João Alves de; D'ANDREA, Paulo Sérgio. **Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos**. Rio de Janeiro: Centro Pan-Americano de Febre Aftosa - OPAS/OMS, 2008.

BOVENDORP, Ricardo S. et al. Atlantic small-mammal: a dataset of communities of rodents and marsupials of the Atlantic forests of South America. **Ecology**, v. 98, n. 8, p. 2226–2226, 2017.

BRESSAN, Paulo Magalhães; KIERULFF, Maria Cecília Martins; SUGIEDA, Angélica Midori. Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo. São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 2009.

BREWER, Steven W.; REJMÁNEK, Marcel. Small Rodents as Significant Dispersers of Tree Seeds in a Neotropical Forest. **Journal of Vegetation Science**, v. 10, n. 2, p. 165–174, 1999.

CALAÇA DIAS, Sidclay. Planejando estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação - DOI: 10.4025/actascibiolsoci.v26i4.1511. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 26, 2004.

CAMPOS, Helton Oliveira. **ESTUDO DA TERMORREGULAÇÃO EM RATOS ESPONTANEAMENTE HIPERTENSOS SUBMETIDOS AOS EXERCÍCIOS FÍSICOS PROGRESSIVO E CONTÍNUO ATÉ A FADIGA EM AMBIENTE QUENTE**. Universidade Federal de Viçosa, 2013. Disponível em: <<http://locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3490/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 2 nov. 2017.

COSTA, Leonora P. et al. Conservação de mamíferos no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, p. 103–112, 2005.

D'ELÍA, Guillermo. et al. Definition and diagnosis of a new tribe of sigmodontine rodents (Cricetidae: Sigmodontinae), and a revised classification of the subfamily. **Gayana**, v. 71, n. 2, p. 187–194, 2007.

DALE, Svein. Female-biased dispersal, low female recruitment, unpaired males, and the extinction of small and isolated bird populations. **Oikos**, v. 92, n. 2, p. 344–356, 2001.

DEBINSKI, Diane M.; HOLT, Robert D. A Survey and Overview of Habitat Fragmentation Experiments. **Conservation Biology**, v. 14, n. 2, p. 342–355, 2000.

ELTON, Charles. **Animal ecology**. London: Sidgwich & Jackson., 1927.

EMBRAPA. **Aspectos Ecológicos**. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/aspec.htm>>. Acesso em: 2 out. 2017.

FAHRIG, Lenore. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, n. 1, p. 487–515, 2003.

FISCHER, Joern; LINDENMAYER, David B. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. **Global Ecology and Biogeography**, v. 16, n. 3, p. 265–280, 2007.

GOTELLI, Nicholas; ELLISON, Aaron. **Princípios de estatística em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2011. 528p.

GRAIPEL, Maurício E.; MILLER, Paul RM; GLOCK, Luiz. Padrão de atividade de *Akodon montensis* e *Oryzomys russatus* na Reserva Volta Velha, Santa Catarina, sul do Brasil. **Mastozoologia neotropical**, v. 10, n. 2, 2003.

GRAIPEL, Maurício E. et al. Dinâmica populacional de marsupiais e roedores no Parque Municipal da Lagoa do Peri, Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil. **Mastozoologia neotropical**, v. 13, n. 1, p. 31–49, 2006.

GRINNELL, Joseph. Field Tests of Theories Concerning Distributional Control. **The American Naturalist**, v. 51, n. 602, p. 115–128, 1917.

GUISAN, Antoine; THUILLER, Wilfried. Predicting species distribution: Offering more than simple habitat models. **Ecology Letters**, v. 8, p. 993–1009, 2005.

GUISAN, Antoine; ZIMMERMANN, Niklaus. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecological Modelling**, v. 135, p. 147–186, 2000.

HAZELL, Donna, et al. A comparison of constructed and natural habitat for frog conservation in an Australian agricultural landscape. **Biological Conservation**, v. 119, p. 61–71, 2004.

HIJMANS, Robert. et al. Very high resolution interpolated climate surfaces of global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 25, p. 1965–1978, 2005.

HIJMANS, Robert; ELITH, Jane. Species Distribution Modeling with R. **Encyclopedia of Biodiversity**, v. 6, 2013.

HUMPHRIES, Murray M.; THOMAS, Donald W.; SPEAKMAN, John R. Climate-mediated energetic constraints on the distribution of hibernating mammals. **Nature**, v. 418, n. 6895, p. nature00828, 2002.

HUTCHINSON, G. Evelyn. Concluding Remarks. **Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology**, v. 22, p. 415–427, 1957.

HUTCHINSON, G. Evelyn. Homage to Santa Rosalia or Why Are There So Many Kinds of Animals? **The American Naturalist**, v. 93, n. 870, p. 145–159, 1959.

IBGE. **ESTIMATIVAS DA POPULAÇÃO RESIDENTE NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS COM DATA DE REFERÊNCIA EM 1o DE JULHO DE 2014**. 2014.

IBGE. **Mapa de Biomas e de Vegetação**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>.

ICMBIO; MMA. **SUMÁRIO EXECUTIVO DO PLANO DE AÇÃO NACIONAL PARA CONSERVAÇÃO DOS ANFÍBIOS E**

RÉPTEIS AMEAÇADOS DA REGIÃO SUL DO BRASIL. 2012. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-herpetofauna-sul/sumario-herpetofaunasul-web.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2017.

IMS, Rolf; ROLSTAD, Jorund; WEGGE, Per. Predicting space use responses to habitat fragmentation: can voles *Microtus oeconomus* serve as an experimental model system (EMS) for Capercaillie Grouse *Tetrao urogallus* in boreal forest? **Biological Conservation**, v. 63, p. 261–268, 1993.

IUCN. *Euryoryzomys russatus*: Percequillo, A., Weksler M., Langguth, A., Patterson, B., D'Elia, G. & Teta, P.: The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T29405A115168400. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/29405/0>>. Acesso em: 8 nov. 2017.

KERR, Jeremy; PACKER, Laurence. The Impact of Climate Change on Mammal Diversity in Canada. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 49, n. 2–3, p. 263–270, 1998.

LAMBERT, Thomas D.; MALCOLM, Jay R.; ZIMMERMAN, Barbara L. Amazonian small mammal abundances in relation to habitat structure and resource abundance. **Journal of Mammalogy**, v. 87, p. 766–776, 2006.

LAURANCE, William F. et al. Ecosystem Decay of Amazonian Forest Fragments: a 22-Year Investigation. **Conservation Biology**, v. 16, n. 3, p. 605–618, 2002.

LEGENDRE, Pierre; LEGENDRE, Louis. **Numerical Ecology**. 2. ed. [s.l.]: Elsevier, 1998. Disponível em: <<https://www.elsevier.com/books/numerical-ecology/legendre/978-0-444-89249-2>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

LONG, Charles A. Mammalogy. 4th ed. **Journal of Mammalogy**, v. 81, n. 3, p. 916–920, 2000.

MACHADO, Felipe Santana. **DIVERSIDADE E ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE ROEDORES (Cricetidae: Sigmodontidae) EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS NA CHAPADA DAS PERDIZES, MINDURI/ CARRANCAS, MG.** 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de

Lavras, Lavras, 2011. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2058/1/DISSERTAÇÃO_Diversidade_e_estrutura_da_comunidade_de_roedores_\(CricetidaeSigmodontinae\)_em_diferentes_fitofisionomias_na_Chapada_das_Perdizes,_Minduri_Carrancas,_MG.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2058/1/DISSERTAÇÃO_Diversidade_e_estrutura_da_comunidade_de_roedores_(CricetidaeSigmodontinae)_em_diferentes_fitofisionomias_na_Chapada_das_Perdizes,_Minduri_Carrancas,_MG.pdf)>. Acesso em: 13 out. 2017.

MCKINNEY, Michael L. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. **Urban Ecosystems**, v. 11, n. 2, p. 161–176, 2008.

O'MALLEY, Bairbre (Org.). Chapter 10 - Rats. In: **Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species**. Edinburgh: W.B. Saunders, 2005, p. 209–225. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780702027826500132>>. Acesso em: 2 nov. 2017.

PAGEL FLORIANO, Eduardo et al. Ajuste e seleção de modelos tradicionais para série temporal de dados de altura de árvores. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 2, 2006.

PAGLIA, Adriano P. et al. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil 2a Edição Annotated Checklist of Brazilian Mammals 2nd Edition. **Occasional papers in conservation biology**, 6. ed. p. 76pp, 2012.

PARDINI, Renata et al. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. **Biological Conservation**, v. 124, n. 2, p. 253–266, 2005.

PARDINI, Renata. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. **Biodiversity & Conservation**, v. 13, n. 13, p. 2567–2586, 2004.

PARDINI, Renata; UMETSU, Fabiana. Pequenos mamíferos não-voadores da Reserva Florestal do Morro Grande: distribuição das espécies e da diversidade em uma área de Mata Atlântica. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, p. 0–0, 2006.

PERCEQUILLO, Alexandre R.; WEKSLER, Marcelo; COSTA, Leonora P. A new genus and species of rodent from the Brazilian Atlantic Forest (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae: Oryzomyini),

with comments on oryzomyine biogeography. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 161, n. 2, p. 357–390, 2011.

PEREIRA, Luiz Antonio; CHAGAS, Walker André; COSTA, Josete Esteves da. Ecology of small mammals from de Atlantic forest, Brasil: I. reproductive cycle of *Akodon cursor*, *Nectomys squamipes* and *Oryzomys nigripes* (Rodentia, Cricetinae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 10, n. 3, p. 389–398, 1993.

PHILLIPS, Steven J.; ANDERSON, Robert P.; SCHAPIRE, Robert E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, v. 190, n. 3, p. 231–259, 2006.

PIGOT, Alex L.; OWENS, Ian P. F.; ORME, C. David L. The environmental limits to geographic range expansion in birds. **Ecology Letters**, v. 13, n. 6, p. 705–715, 2010.

PINE, Ronald H.; TIMM, Robert M.; WEKSLER, Marcelo. A newly recognized clade of trans-Andean *Oryzomyini* (Rodentia: Cricetidae), with description of a new genus. **Journal of Mammalogy**, v. 93, n. 3, p. 851–870, 2012.

REZENDE, Enrico L.; BACIGALUPE, Leonardo D. Thermoregulation in endotherms: physiological principles and ecological consequences. **Journal of Comparative Physiology B**, v. 185, n. 7, p. 709–727, 2015.
RICKLEFS, Robert; RELYEA, Rick. **A Economia da Natureza**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

SANDERSON, Eric W. et al. The Human Footprint and the Last of the Wild. **BioScience**, v. 52, n. 10, p. 891–904, 2002.

SCHNEEBERGER, Carlos Alberto; FARAGO, Luiz Antonio. **Minimanual compacto de geografia do Brasil : teoria e prática**. 1. ed. São Paulo: Editora Rideel, 2003.

SOMMER, S. Sex-specific predation on a monogamous rat, *Hypogeomys antimena* (Muridae: Nesomyinae). **Animal Behaviour**, v. 59, n. 6, p. 1087–1094, 2000.

STEINHARDT, UFAES et al. Hemeroby index for landscape monitoring and evaluation. **Environmental indices, system analysis approach**, p. 237–254, 1999.

TAIT, Catherine; DANIELS, Christopher; HILL, Robert. Changes in Species Assemblages within the Adelaide Metropolitan Area, Australia, 1836–2002. **Ecological Applications**, v. 15, p. 346–359, 2005.

TURKMAN, Maria Antónia Amaral; SILVA, Giovani Loiola. Modelos Lineares Generalizados: da teoria à prática. In: **VIII Congresso Anual da Sociedade Portuguesa de Estatística**, Lisboa. 2000.

UMETSU, Fabiana; METZGER, Jean; PARDINI, Renata. Importance of estimating matrix quality for modeling species distribution in complex tropical landscapes: A test with Atlantic forest small mammals. **Ecography**, v. 31, n.3, p. 359–370, 2008.

VITOUSEK, Peter M. et al. Human Domination of Earth's Ecosystems. **Science**, v. 277, n. 5325, p. 494–499, 1997.

WAGENMAKERS, Eric-Jan; FARRELL, Simon. AIC model selection using Akaike weights. **Psychonomic Bulletin & Review**, v. 11, n. 1, p. 192–196, 2004.

WIJESINGHE, Mayuri. Impact of habitat disturbance on the distribution of endemic species of small mammals and birds in a tropical rain forest in Sri Lanka. **Journal of Tropical Ecology**, v. 21, p. 661–668, 2005.

WREGGE, M. S. et al. **Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2012., 2016. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1045852>>. Acesso em: 1 out. 2017.

ZUUR, Alain F. et al. Zero-truncated and zero-inflated models for count data. In: **Mixed effects models and extensions in ecology with R**. Springer New York, 2009. p. 261–293.

ANEXO A – Referência dos dados da área de estudo

ID	Referência 1	Referência 2	Responsável pelo estudo
1	Dados Não Publicados em Periódico Científico	Dissertação Daniela Behs	Daniela Behs/Jairo José Zocche/Maurício Eduardo Graipel
2	Dados Não Publicados em Periódico Científico	Relatório Meio Biótico para elaboração Plano Manejo ARIE de Zimbros	Felipe Moreli Fantacini/Maurício Eduardo Graipel
3	Melo, G.L., Sponchiado, J., Machado, A.F. & Cáceres, N.C. 2011. Small-mammal community structure in a South American deciduous Atlantic Forest. <i>Community Ecology</i> 12: 58-66.	Dissertação Gerusa Melo	Gerusa Leal Melo/Nilton Carlos Cáceres
4	Dados Não Publicados em Periódico Científico	Coleção UFSC	Maurício Eduardo Graipel
5	Dados Não Publicados em Periódico Científico	Relatório Meio Biótico para Criação de UC em Itapema/SC	Maurício Eduardo Graipel/ Javier Toso
6	1) Antunes, P. C., Campos, M. A. A., Oliveira-Santos, L. G. R., & Graipel, M. E. (2010). Population dynamics of <i>Akodon montensis</i> (Rodentia, Cricetidae) in the Atlantic forest of Southern Brazil. <i>Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde</i> , 75(2), 186-190. 2) Antunes, P. C., Campos, M. A. A., Oliveira-Santos, L. G. R., & Graipel, M. E. (2011). Population dynamics of <i>Euryoryzomys russatus</i> and <i>Oligoryzomys nigripes</i> (Rodentia, Cricetidae) in an Atlantic forest area, Santa Catarina Island, Southern Brazil. <i>Biotemas</i> , 22(2), 143-151.	TCC Pâmela Antunes/TCC Marilena A. Arruda Campos	Pâmela Antunes/Marilena A. Arruda Campos/Maurício Eduardo Graipel
7	1) Graipel, M. E., Miller, P. R., & Glock, L. (2003). Padrão de atividade de <i>Akodon montensis</i> e <i>Oryzomys russatus</i> na Reserva Volta Velha, Santa Catarina, sul do Brasil. <i>Mastozoologia neotropical</i> , 10(2), 255-260. 2) Graipel, M. E. (2003). A simple ground-based method for trapping small mammals in the forest canopy. <i>Mastozoologia Neotropical</i> , 10(1), 177-181.	Tese Maurício Eduardo Graipel	Maurício Eduardo Graipel
8	Graipel, M. E., Cherem, J. J., Monteiro-Filho, E. L., & Glock, L. (2006). Dinâmica populacional de marsupiais e roedores no Parque Municipal da Lagoa do Peri, Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil. <i>Mastozoologia neotropical</i> , 13(1), 31-49.	Tese Maurício Eduardo Graipel	Maurício Eduardo Graipel/Jorge José Cherem
9	Cherem, J. J., Graipel, M. E., Tortato, M. A., Althoff, S. L., Brüggemann, F., Matos, J. Z., ... & Ghizoni-Jr, I. R. (2011). Mastofauna terrestre do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, estado de Santa Catarina, sul do Brasil. <i>Biotemas</i> , 24(3), 73-84.	-	Jorge José Cherem/ Maurício Eduardo Graipel et al.
10	Dados Não Publicados em Periódico Científico	TCC Helena Pavese	Fernando Luiz de Souza/Fernando Goulart/Helena Pavese/Maurício Eduardo Graipel
11	Dados Não Publicados em Periódico Científico	Relatório Meio Biótico para	Maurício Eduardo Graipel/ Javier Toso

		Criação de UC em Itapema/SC	
12	Dados Não Publicados em Periódico Científico	Relatório Meio Biótico para elaboração Plano Manejo APA do Araçá	Felipe Moreli Fantacini/Maurício Eduardo Graipel
13	Dados Não Publicados em Periódico Científico	TCC Daniella Franzoni	Daniella Franzoni/Maurício Eduardo Graipel
14	Dados Não Publicados em Periódico Científico	Dados Não Publicados em Periódico Científico	Manoel dos Santos Filho/Maurício Eduardo Graipel
15	Dados Não Publicados em Periódico Científico	TCC Leonardo dos Santos Ottoni Soriano	Leonardo dos Santos Ottoni Soriano/Maurício Eduardo Graipel
16	Dados Não Publicados em Periódico Científico	EIA/RIMA	Maurício Eduardo Graipel
17	Google Acadêmico	Austral Ecology	DalMagro e Vieira
18	Google Acadêmico	Biotemas	Cherem e Perez
19	Google Acadêmico	Pesquisa Florestal Brasileira	Dias e Mikich
20	Google Acadêmico	Revista Brasileira de Zoologia	Nilton Cáceres
21	Dados Não Publicados em Periódico Científico	-	Jorge José Cherem
22	Dados Não Publicados em Periódico Científico	-	Jorge José Cherem
23	Dados Não Publicados em Periódico Científico	-	Jorge José Cherem
24	Dados Não Publicados em Periódico Científico	UHE Quebra Queixo	Jorge José Cherem
25	Dados Não Publicados em Periódico Científico	UHE São Roque	Jorge José Cherem
26	Dados Não Publicados em Periódico Científico	UHE Foz do Chapecó	Jorge José Cherem
27	Dados Não Publicados em Periódico Científico	CGH Varões	Jorge José Cherem
28	Dados Não Publicados em Periódico Científico	PCH Salto Goês	Jorge José Cherem
29	Dados Não Publicados em Periódico Científico	PCH Arvoredo	Jorge José Cherem
30	Dados Não Publicados em Periódico Científico	PCH Arvoredo	Jorge José Cherem
31	Dados Não Publicados em Periódico Científico	PCHs do Rio Irani	Jorge José Cherem
32	Dados Não Publicados em Periódico Científico	PCH Passos Maia	Jorge José Cherem
33	Dados Não Publicados em Periódico Científico	RPPN Chácara Edith	Felipe Moreli Fantacini
34	Balieiro, P., Behs, D., Graipel, M. E., Dornelles, S. S., Tiepolo, L. M., & Cremer, M. J. (2015). Riqueza de pequenos mamíferos não voadores em florestas de restinga do sul do Brasil. Mastozoologia neotropical, 22(2), 367-373.	PEAc	Maurício Eduardo Graipel
35	Dados Não Publicados em Periódico Científico	Parque Nacional de São Joaquim	Maurício Eduardo Graipel
36	Dados Não Publicados em Periódico Científico	TCC Dayse Dias; TCC Hugo	Dayse Dias/Paulo Simões Lopes/Maurício Eduardo Graipel